

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

**“RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN
LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO
SC Y OTRO CL”**

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Martín Smith Acuña Vera

Asesor:

Ing. Henry Josué Villanueva Bazán
<https://orcid.org/0000-0001-8814-6079>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN	71106769
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	NITA ELIZABETH ALVA SARMIENTO	26697612
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO	40012838
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A mi prometida Yessenia y a mi querida hija Iarí Samantha, por ser el motivo de salir adelante y demostrarles que uno puede conseguir lo que se propone.

A mis padres Jesús y Elena, para que se sientan orgullosos de todos sus hijos.

A mis hermanos y demás familiares, para demostrarles mi esfuerzo, pasión y dedicación por la carrera.

A la Universidad Privada del Norte, por ser una Universidad de prestigio y calidad.

AGRADECIMIENTO

Doy las gracias a Dios, por darme cada día salud, fortaleza y bendición en mi hogar. A todos mis familiares directos e indirectos que me apoyaron, alentaron y motivaron para seguir adelante de todas las formas posibles. Por otro lado, agradecer a mi asesor de carrera, por su apoyo total en la elaboración de mi tesis, a la vez, a la Universidad Privada del Norte por brindar buenos servicios y calidad educativa.

Tabla de contenido

JURADO EVLUADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema	32
1.3. Objetivos	33
1.3.1. Objetivo general	33
1.3.2. Objetivos específicos	33
1.4. Hipótesis	33
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	34
2.1. Tipo de investigación.	34
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	34
2.2.1. Unidad de estudio.	34
2.2.2. Población.	34
2.2.3. Muestra.	34

2.2.4. Variable de Estudio	35
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.	35
2.4. Procedimientos	37
CAPÍTULO III: RESULTADOS	42
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	61
REFERENCIAS	65
ANEXOS	68
Anexo 1. Panel fotográfico de acuerdo al procedimiento	69
Anexo 2. Muestras consideradas para determinar el promedio.	87
Anexo 3. Normas consideradas en la Investigación: NTC 5324 Y UNE 41410.	95
Anexo 4. Protocolos de los ensayos realizados del suelo 1 (S1) y del suelo 2 (S2)	99
ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	114
ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	154

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de compresión según norma NTC 5324.	30
Tabla 2. Valores de compresión según norma UNE 41410.	31
Tabla 3. Cantidad de ladrillos para ensayos de resistencia a compresión y flexión.	35
Tabla 4. Resultados de los límites de consistencia de los suelos S1 y S2	42
Tabla 5. Análisis granulométrico del suelo S1 y S2.	43
Tabla 6. Análisis granulométrico en tamizado por sifonaje del suelo S1 y S2	44
Tabla 7. Clasificación SUCS del suelo S1 y S2.	45
Tabla 8. Proctor modificado del suelo 1 (S1), sin adición.	45
Tabla 9. Proctor modificado del suelo 1 (S1), con 10% de adición de cemento.	46
Tabla 10. Proctor modificado del suelo 2 (S2), sin adición.	47
Tabla 11. Proctor modificado del suelo 2 (S2), con 10% de adición de cemento.	48
Tabla 12. Resistencia a compresión de las muestras patrones y suelo-cemento elaborados con los suelos S1 y S2.	49
Tabla 13. Resistencia a flexión de las muestras patrón y suelo-cemento elaborados con los suelos S1 Y S2.	52
Tabla 14. Designación de los bloques del suelo 1 (S1), según la Norma UNE 41410.	54
Tabla 15. Designación de los bloques del suelo 2 (S2), según la Norma UNE 41410.	55
Tabla 16. Designación de los bloques de suelo-cemento según la norma NTC 5324.	56
Tabla 17. Designación de los bloques de suelo-cemento según la norma NTC 5324.	56
Tabla 18. Comparación de resistencia a compresión promedio y porcentaje de variación de la resistencia entre las muestras patrones y suelo-cemento elaboradas con los suelos S1 y S2.	58
Tabla 19. Comparación de resistencia a flexión promedio y porcentaje de variación de la resistencia entre las muestras patrones y suelo-cemento elaboradas con los suelos S1 y S2.	59

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Porcentaje de material predominante en paredes exteriores de la vivienda, según condición de pobreza.....	12
<i>Figura 2.</i> Imagen de un ladrillo suelo-cemento con la máquina.....	19
<i>Figura 3.</i> Esquema de la consistencia del suelo	20
<i>Figura 4.</i> Relación del límite líquido vs índice de plasticidad	21
<i>Figura 5.</i> Curva granulométrica de un suelo.	23
<i>Figura 6.</i> Sistema Unificado Clasificación de Suelos (SUCS).....	26
<i>Figura 7.</i> Ubicación de la cantera de Aylambo Bajo - Cajamarca	39
<i>Figura 8.</i> Ubicación de la cantera Shaullo Chico – Baños del Inca.....	40
<i>Figura 9.</i> Límite líquido del suelo S1 y S2	42
<i>Figura 10.</i> Curva de distribución granulométrica del suelo S1 y S2	43
<i>Figura 11.</i> Curva de distribución granulométrica en tamizado por sifonaje del suelo S1 y S2.....	44
<i>Figura 12.</i> Curva de Compactación del suelo 1 (S1), sin adición	45
<i>Figura 13.</i> Curva de Compactación del suelo 1 (S1), con 10% de adición de cemento	46
<i>Figura 14.</i> Curva de Compactación del suelo 2 (S2), sin adición	47
<i>Figura 15.</i> Curva de Compactación del suelo 2 (S2), con 10% de adición de cemento	48
<i>Figura 16.</i> Curva de Esfuerzo deformación de muestras patrones elaboradas con el suelo S1	49
<i>Figura 17.</i> Curva de Esfuerzo deformación de muestras patrones elaboradas con el suelo S2	50
<i>Figura 18.</i> Curva de Esfuerzo deformación de muestras suelo-cemento elaboradas con el suelo S1	50
<i>Figura 19.</i> Curva de Esfuerzo deformación de muestras suelo-cemento elaboradas con el suelo S2	51
<i>Figura 20.</i> Curva de Esfuerzo deformación de muestras patrones elaboradas con el suelo S1	52
<i>Figura 21.</i> Curva de Esfuerzo deformación de muestras patrones elaboradas con el suelo S2	53
<i>Figura 22.</i> Curva de Esfuerzo deformación de muestras suelo-cemento elaboradas con el suelo S1	53
<i>Figura 23.</i> Curva de Esfuerzo deformación de muestras suelo-cemento elaboradas con el suelo S2	54
<i>Figura 24.</i> Comparación de las resistencias a compresión promedio de las muestras patrones y suelo cemento elaboradas con los suelos S1 y S2.	58
<i>Figura 25.</i> Comparación de las resistencias a compresión promedio de las muestras patrones y suelo cemento elaboradas con los suelos S1 y S2.	60

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Indice de Plasticidad</i>	<i>21</i>
<i>Ecuación 2. Determinacion de la densidad seca</i>	<i>27</i>
<i>Ecuación 3. Determinacion de la resistencia a compresión</i>	<i>29</i>
<i>Ecuación 4. Determinacion de la resistencia a flexión</i>	<i>31</i>

RESUMEN

En muchas zonas, el suelo se aprovecha como material de construcción de viviendas de tierra; sin embargo, son usados como tal, no son analizados en un laboratorio especializado para conocer dichas características del material y solo construyen, dando como resultado a viviendas de tierra inestables e inseguras, además de la falta de opinión o supervisión de un especialista. La presente tesis tuvo como objetivo evaluar la resistencia a compresión y flexión de un ladrillo suelo-cemento (con adición del 10% de cemento), fabricados con un suelo S1 y otro con un suelo S2. Se determinó las propiedades granulométricas de los suelos, el óptimo contenido de humedad y las resistencias a compresión y flexión. Según el sistema de Clasificación SUCS, se identificó que la primera cantera denominada "Aylambo Bajo – Cajamarca" corresponde al tipo de suelo "CL" y la segunda cantera "Shaullo Chico – Baños del Inca" al tipo de suelo "SC-SM". Se concluye que la resistencia a compresión promedio de las muestras de suelo-cemento elaborados con el suelo CL es de 25.16 kg/cm² y con el suelo SC-SM es de 37.33 kg/cm², lo que representa un incremento de 32.6% y en la resistencia a flexión promedio, los ladrillos suelo-cemento elaborados con el suelo CL es de 38.75 kg/cm² y con el suelo SC-SM es de 30.89 kg/cm², lo que representa un incremento de 20.3%.

PALABRAS CLAVES: Ladrillo suelo-cemento, Cinva RAM, Resistencia a compresión, Resistencia a flexión.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El adobe es un material de construcción muy antiguo que se ha utilizado para abrigar al hombre de los elementos naturales y tiene sus orígenes en las construcciones a base de tierra; sin embargo, debido a la intervención de agentes como: lluvia, viento y sismos, además de la naturaleza propia de los suelos con los que se elaboran, por ser arcilla en el mayor de los casos, tienden a mostrar afinidad por el agua, lo que reduce la resistencia mecánica, así como la desintegración de los mismos al entrar en contacto con el agua, por lo que la durabilidad de las estructuras construidas con este material es relativamente corta, ya que dichos factores propician la erosión, fisuración y agrietamiento de las piezas llevándolas al desgaste parcial o total (Ríos, 2010, p. 15).

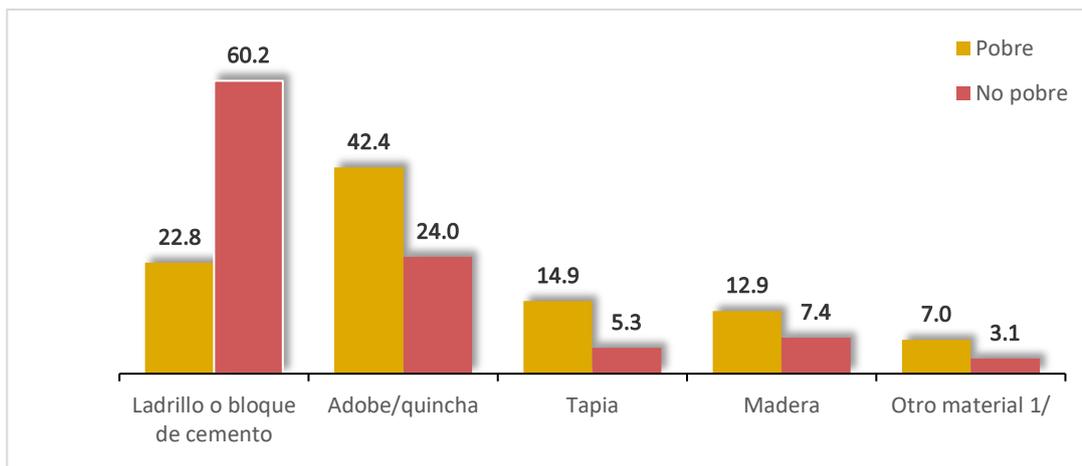
De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018), en su Informe Técnico: "Evolución de la pobreza monetaria 2007-2017, elaborado con los resultados de la Encuesta Nacional de Hogares", que constituye una de las principales fuentes de información económica y social del país, según el ítem 3.1.2 Robustez de las cifras de pobreza según departamentos, indica que en el primer nivel con incidencia de pobreza más alta que fluctúa entre 43,1% y 52,0% se encuentra el departamento de Cajamarca y por otra parte en el ítem 3.2.1 Robustez de las cifras de pobreza extrema según departamentos, indica que Cajamarca integra el primer grupo de pobreza extrema con una tasa entre 13,5% y 20,5% (pp. 41-45)

Además, en Cajamarca a pesar de las intensas lluvias y de ser una zona sísmica, se sigue utilizando el adobe mayormente en la zona rural por bajo costo que este representa, Según el INEI las viviendas que predominan como primer lugar en el país son las de adobe o quincha con un 42,4% y como segundo lugar las paredes de ladrillo o bloque de cemento

con 22,8% para la condición "POBRE" (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018, p. 88)

Figura 1

Porcentaje de material predominante en paredes exteriores de la vivienda, según condición de pobreza.



1/ Incluye: Estera, piedra con barro u otro material como cartón, latas, etc.

Nota. La figura 1, muestra que el adobe/quincha es el material predominante para la condición pobre en el Perú. Tomado del informe tecnico *Evolucion de la Pobreza Monetaria 2007-2017* (p. 88), por el INEI, 2018.

Bartolomé (2010), público sobre los defectos de las construcciones en tierra ante un sismo, en su informe "Albañilería de Tierra Cruda – Adobe y Tapial", se deberían a: gran masa, baja calidad de construcción, ausencia de refuerzos, baja resistencia del material y falta de mantenimiento (pp. 13-14)

Una posible solución sería construir viviendas con materiales más resistentes (viviendas de albañilería confinada, albañilería armada o viviendas de sistema aporticado de concreto armado), sin embargo, esto implicaría gastos económicos que de acuerdo a la pobreza que presenta la ciudad de Cajamarca, sería un objetivo casi imposible (Mejía, 2014, p. 24).

Como base de construcción, la tierra es empleada desde tiempos remotos. En nuestro medio, no ha trascendido la esfera de pequeños grupos organizados o auto constructores rurales, sin duda alguna, imputable al desconocimiento de los materiales utilizados tradicionalmente. Pese a que existe un cúmulo de experiencias y datos experimentales, los antecedentes sobre el desarrollo de materiales resultantes de mezclas de tierra, cal y/o cemento no han sido divulgados suficientemente (Gatani, 2000, p. 1).

Por todo lo expuesto, es que se genera esta investigación referente al ladrillo suelo-cemento; determinando si las características mecánicas de un ladrillo suelo-cemento elaborados con cada suelo de cada cantera en estudio son aceptables, puesto que, estas canteras sirven como fuente de materia prima para la elaboración de adobes tradicional actualmente; es por ello, estos serán analizadas en el laboratorio, determinandose el tipo de suelo y cual de estos proporciona mayor resistencia en la compresión y flexión para la elaboración del ladrillo suelo-cemento, a la vez, de comparar si llegan a cumplir con la resistencia mínima de acuerdo a las normativas referentes al estudio, además, de dar a conocer la importancia de la máquina de fabricación de ladrillos llamada CINVA RAM para este tipo de investigaciones.

Como investigaciones internacionales destacadas en relación al tema tenemos los siguientes artículos científicos por los siguientes autores:

Mas y Kirschbaum (2012) en su artículo científico denominado, "Estudios de resistencia a la compresión en bloques de suelo-cemento", estudiaron la resistencia a compresión en bloques de suelo-cemento, con dos muestras de suelo, se fabricaron probetas, haciendo dosificaciones con la mezcla de las dos muestras a la vez y con cada una por separado, a los 28 días fueron sometidas a la compresión hasta la primera fisura, incrementando la misma hasta la rotura. Los resultados de la muestra N° 1 corresponde a

arcilla de baja plasticidad grupo CL y la muestra N° 2 a arena fina grupo SC, y a nivel general las resistencias obtenidas para suelos arenosos y gravosos varía entre 28 y 70 Kg/cm², para suelos limosos 21 a 63 Kg/cm² y para suelos arcillosos de 17 a 42 Kg/cm². (p.7)

Acosta (1999) en su artículo científico denominado, "La mampostería de bloques de suelo-cemento: ¿Tecnología apropiada para la producción masiva de viviendas de interés social?", analiza algunas características físicas de los bloques macizos y aligerados de suelo-cemento y de los bloques huecos de concreto con el objeto de comparar su consumo de materiales y su consecuencia en el peso final de la vivienda y en el posible impacto ambiental de las técnicas, por la extracción no controlada de grandes volúmenes de tierra. En su cuadro comparativo donde muestra la comparación de sistemas de producción del bloque: macizo, aligerado y de concreto, asumió una proporción de agua en la mezcla de 10% por volumen para los tres tipos de bloque, y una proporción de cemento de 5%, 10% y 15% para los Bloque Aligerado, Bloque Macizo y Bloque Hueco de Concreto, respectivamente y con respecto a los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días; fueron que, el Bloque Macizo presenta una resistencia a la compresión entre los 80-90 Kg/cm² y un porcentaje de absorción entre el 5-7%, el Bloque Aligerado con un resistencia entre los 40-50 Kg/cm² y un porcentaje de absorción entre 7-10% y el Bloque Hueco de Concreto con una resistencia entre los 40-50 Kg/cm² y un porcentaje de absorción entre 12-16%. Esta característica se debe a que la compactación a que es sometida la mezcla en la máquina CINVA-RAM es muy superior a la que es sometida en las máquinas artesanales de bloques de concreto. (pp. 6-9)

Gatani (2000), en su artículo científico denominado "Ladrillos de suelo-cemento: mampuesto tradicional en base a un material sostenible, describió las características principales de un ladrillo suelo-cemento", así como los componentes para su fabricación.

Compara los resultados de 3 muestras de suelo de la ciudad de Córdoba (Argentina) analizadas: en dos de ellos, el contenido de arena no alcanza a ser suficiente, y en el último suelo, contiene arena en el 70% del contenido total y la cantidad total de limo y arcilla alcanza el 30% del volumen y el estabilizante ascendió a un porcentaje entre el 5 y 10% de la cantidad de suelo medido en peso.

Hace un análisis comparativo de los ladrillos suelo-cemento con ladrillos de tierra cocida en resistencia a la compresión y absorción, obteniendo como resultado en un ladrillo de suelo-cemento "SC compactado por presión" con 121,80 Kg/cm² y con una absorción de 4.85%, un ladrillo suelo-cemento "SC compactado por impacto" con 76,80 Kg/cm² y con una absorción de 7.5%; por último, el ladrillo de tierra cocida con 78,00 Kg/cm² y con una absorción de 21%. (pp. 10-11)

En el Perú se realizaron también diversos estudios sobre el suelo-cemento, destacando entre ellos tesis de los siguientes autores:

Rojas y Vidal (2014) en su tesis denominada, "Comportamiento sísmico de un módulo de dos pisos reforzado y construido con ladrillos ecológicos prensados", estudiaron de manera experimental el comportamiento sísmico de un material no convencional como son los ladrillos ecológicos prensados, los cuales son elaborados con una mezcla de suelo, cemento y agua. Se utilizó el procedimiento constructivo que el ladrillo ecológico propone, donde las columnas se refuerzan interiormente, utilizando los alveolos del mismo ladrillo para colocar tanto el refuerzo como las tuberías para instalaciones eléctricas y sanitarias.

Realizaron ensayos de compresión en las unidades individuales del ladrillo ecológico prensado, considerando una mezcla conformada por tierra arcillosa (65%), cemento (20%), arena fina (10%) y agua (5%), se lograron ladrillos de suelo cemento con una resistencia a

la compresión de 99.5 Kg/cm^2 , valor superior a la resistencia mínima exigida por la Norma de Adobe E.080 (12 kg/cm^2) y siendo equivalente a la resistencia característica a compresión de los ladrillos clase III (95 Kg/cm^2) de la Norma de Albañilería E.070.

El peso de los ladrillos fue de 3.5 kg por unidad, presentando variaciones en sus dimensiones de hasta 1.6%. Se realizaron pruebas de absorción en las unidades, teniendo una absorción de 12.3% en promedio, valor inferior al límite aceptado para ladrillos de arcilla cocida. Se concluye que la resistencia de los muros con ladrillos ecológicos prensados de suelo-cemento, es suficiente para que los muros internos de una vivienda de dos pisos puedan soportar las cargas de gravedad. (pp. 51-52)

Murillo (2015) en su tesis de maestría "Proyecto de una planta industrial de ladrillos ecológicos del tipo suelo-cemento en Arequipa". Desarrollo el proyecto de una planta de ladrillos ecológicos en la ciudad de Arequipa. Se fabricó un tipo de ladrillo compuesto de arena-arcilla y reforzado con cemento y se les sometió a tres (3) ensayos de laboratorio para comprobar su resistencia y durabilidad. Actualmente en el Perú no existe ninguna planta para la producción de un ladrillo ecológico por medios industriales. En la ciudad de Arequipa, la gran mayoría de las ladrilleras son artesanales e informales, tampoco existe mayor información sobre el uso, límites y alcances del ladrillo ecológico, siendo el estudio de mercado el que nos indica la vital importancia de disponer de esta información para poder hacer uso del material en el diseño y construcción de diversas obras públicas y privadas. El proyecto es viable económica y financieramente, porque sus indicadores como el VAN y el TIR han demostrado que la rentabilidad es segura para el inversionista. Concluye que empleando una mezcla suelo-arena gruesa en proporción volumétrica 1:3 y 10% de cemento portland IP, se lograron ladrillos con una resistencia a compresión de 21 kgf/cm^2 , la resistencia a compresión axial de las pilas de la muestra A fue $f'_m = 9.8 \text{ kgf/cm}^2$, por lo que

de acuerdo a la Norma E.080, son resistencias admisibles, suficiente como para que los muros internos de una vivienda de 2 pisos puedan soportar las cargas de gravedad, se aconseja utilizar el sistema de eco ladrillos para viviendas de 2 pisos. (p. 101).

En el departamento de Cajamarca, existen algunos estudios sobre elaboración de bloques compactados con la máquina CINVA-RAM, como lo son:

Mejía (2014) en su tesis denominada "Bloque de adobe estabilizado y compactado en Cajamarca, análisis de los efectos de mejorar un bloque de tierra común o tradicional", mediante la clasificación de una tierra apta para la elaboración, la misma que sería sometida a un proceso de estabilización y compactación para mejorar sus propiedades mecánicas. Dosifico la tierra en diferentes proporciones de cemento como estabilizante (8, 10, 12 y 14%), y compactada con la máquina CINVA (prensa manual para fabricar bloques de adobe); evaluando sus efectos en la resistencia a la compresión, flexión y absorción de agua para comparar los resultados con los de un bloque tradicional. Los resultados indican que la resistencia a compresión del bloque de adobe estabilizado y compactado, en porcentajes de 8, 10, 12 y 14% de cemento, presento valores de 35.63, 46.24, 49.50 y 52.36 kg/cm² respectivamente, la resistencia a flexión del bloque de adobe estabilizado y compactado, en porcentajes de 8, 10, 12 y 14% de cemento, presento valores de 9.65, 10.33, 10.63 y 12.57 respectivamente. El valor de la absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado (en porcentajes de 8, 10, 12 y 14 de cemento), resulto entre 14 y 15%, cumpliendo con lo especificado por la Norma de Albañilería E 070, que acepta un valor de absorción menor a 22%. (pp. 101-102)

Bolaños (2016) en su tesis denominada "Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna", evaluó la resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna en

porcentajes de 5%, 10% y 15%. Para ello se realizó el estudio de suelos para caracterizar los materiales y elaborar bloques de adobe compactado. La tierra utilizada para la elaboración de las unidades fue extraída de la cantera "Shaullo Chico", determinando un tipo "SC", según el sistema de clasificación de suelos SUCS. Los resultados superan la resistencia mínima que indica la norma técnica de edificaciones E.080, los resultados de la muestra patrón y con goma de tuna de 5%, 10% y 15% presentan valores de 19.19 kg/cm², 21.90 kg/cm², 25.27 kg/cm² y 27.56 kg/cm² respectivamente, siendo el adobe con mejor resistencia a la compresión el de 15% con goma de tuna. Para el ensayo a flexión y absorción la norma técnica de edificaciones E.080, no especifica parámetros, para ello se realizó teniendo en cuenta la norma ASTM-C67, donde se obtuvieron resultados para la muestra patrón de 4.77 kg/cm² y para los porcentajes de 5%, 10% y 15% presentaron valores de 6.47kg/cm², 6.81 kg/cm² y 6.11 kg/cm² respectivamente, siendo el adobe con mejor resistencia a la flexión el de 10% con goma de tuna. El ensayo de absorción de las muestras patrón y la muestra de 15% de goma de tuna no resistieron la prueba, en cambio con los porcentajes de 5% y 10% se obtuvo una absorción de 12.68% y 14.62%. (p. 14).

Para tener claro lo que se hizo en la presente investigación, se tuvo en cuenta los siguientes conceptos:

LADRILLO SUELO – CEMENTO

El suelo-cemento surge como la mezcla de suelo, cemento y agua, dosificados, mezclados y compactados (Gatani, 2000, p. 2)

Estos bloques, además de ser de bajo costo, tienen otra ventaja interesante de destacar que es el uso de la tierra que, al mismo tiempo de ser un material fácil de obtener, tiene un impacto ecológico muy importante ya que, por ejemplo, para la cocción de ladrillos cerámicos comunes se quema leña, lo que provoca daños al medioambiente. Además, es

importante destacar que, en la construcción, el costo del flete es alto. Usando la tierra del lugar donde se planea construir se ahorra dinero (J.M. Mas & C.F Kirschbaum, 2012, p. 13).

Figura 2.

Imagen de un ladrillo suelo-cemento.



Nota. Ladrillo de suelo-cemento fabricado con la máquina CINVA RAM. Tomada de Bloques Suelo-cemento [Fotografía], construyendo sustentabilidad social, 2012. <http://construyendosustentabilidadsocial.blogspot.com/2012/02/bloques-de-suelo-cemento.html>. CC BY 2.0

EL CEMENTO

El cemento portland es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua, endurece y conserva su resistencia y estabilidad. (CEMEX, 2019)

Información recopilada de CABALLERO y MARTINEZ (2009), el aporte del cemento, permite obtener un material con propiedades mejoradas y fuerte en la interacción con el agua. Las mejoras en las propiedades del material varían según la cantidad de cemento que se adicione. (p. 69)

SUELO

Agregados naturales de partículas minerales granulares y cohesivas separables por medios mecánicos de poca energía o por agitación de agua. (Norma CE. 020, 2012, p. 3)

PROPIEDADES GRANULOMÉTRICAS DE LOS SUELOS

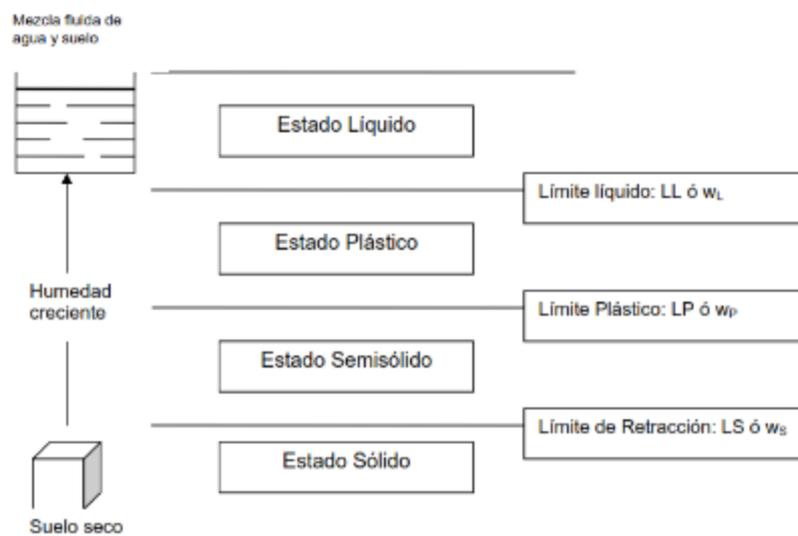
Límites de Atterberg

Información recopilada del libro de BADILLO (2005), según su contenido de agua en orden decreciente, un suelo susceptible de ser plástico, puede estar en cualquiera de los siguientes estados de consistencia, definidos por Atterberg.

1. Estado líquido, con las propiedades y apariencia de una suspensión.
2. Estado semilíquido, con las propiedades de un fluido viscoso.
3. Estado plástico, en que el suelo se comporta plásticamente.
4. Estado semisólido, en el que el suelo tiene la apariencia de un sólido, pero aun disminuye de volumen al estar sujeto a secado.
5. Estado sólido, en que el volumen del suelo no varía con el secado. (pp. 126-127)

Figura 3.

Esquema de la consistencia del suelo.



Nota. La figura 3, muestra el concepto de que un suelo puede presentarse en varios estados, en función del contenido de humedad. Tomado del Manual de Mecánica de Suelos y Cimentaciones (p. 11), por Muelas, 2001.

El contenido de agua en porcentaje, con el que el suelo cambia de un estado plástico a líquido, se define como límite líquido, LL o WL. Del mismo modo, el contenido de agua en porcentaje, con el que el suelo cambia de un estado plástico a un semi-sólido se denomina límite-plástico, LP o Wp. Y de un estado semi-sólido a uno sólido se definen como límite de Contracción Lc o Wc. (Villalobos, 2016, p. 42)

La diferencia entre el límite líquido y el límite plástico de un suelo se define como

Índice de Plasticidad:

Ecuación 1.

Índice de Plasticidad

$$I_p = LL - LP \dots (1)$$

Donde:

I_p : Índice de Plasticidad

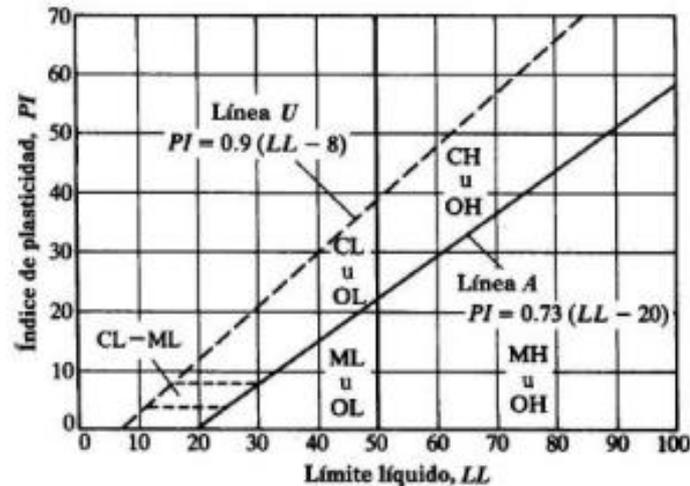
LL : Límite Líquido

LP: Límite de plasticidad

El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica, mientras que el índice de liquidez indica la proximidad de la humedad natural del suelo al límite líquido.

Figura 4.

Relación del límite líquido vs índice de plasticidad



Nota. La figura 4, muestra la Carta de plasticidad de Casagrande, una representación adecuada de la plasticidad de una muestra de suelo. Tomado del Manual de Mecánica de Suelos y Cimentaciones (p. 12), por Muelas, 2001.

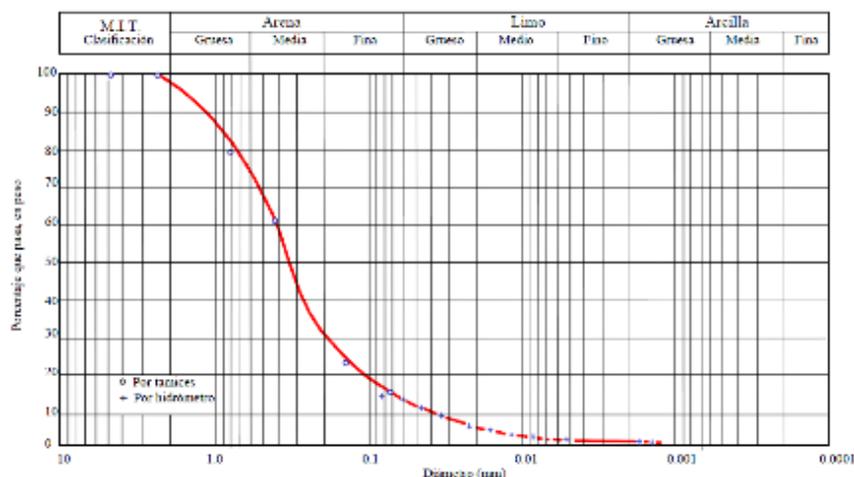
Casagrande definió que los suelos con $LL > 50$ son de “alta plasticidad” (pueden admitir un mayor contenido de agua y por lo tanto pueden experimentar deformaciones plásticas mayores). Los suelos con $LL < 50$ se denominan de “baja plasticidad”. Complementariamente, Casagrande definió una línea A, que separa los suelos arcillosos de los más limosos. Así, a partir del criterio de alta y baja plasticidad y de la línea A, se puede definir varias zonas en el gráfico anterior. Los suelos limosos y con apreciable contenido orgánico tienen un intervalo de humedad menor para pasar del estado semisólido al estado líquido (menor índice de plasticidad), situándose por debajo de la línea A. En caso de las arcillas, dicho intervalo de humedad es mayor, situándose por encima de la línea A. Se definen, por tanto, varios tipos de suelos: arcillas de alta plasticidad (CH), arcillas de baja plasticidad (CL), limos y suelos orgánicos de alta plasticidad (MH-OH) y limos y suelos orgánicos de baja plasticidad (ML-OL) (Muelas, 2001, pp. 12-13).

Granulometría

Se define como “granulometría de un suelo” a la distribución porcentual de los distintos tamaños de partículas que constituyen una muestra de dicho suelo. (Guerra Torralbo, 2018, p. 80)

Figura 5.

Curva granulométrica de un suelo.



Nota. La figura 5, representa el porcentaje de material que pasa por cada tamiz en un gráfico semilogarítmico. Tomado del Manual de Mecanica de Suelos y Cimentaciones (p. 9), por Muelas, 2001.

Los métodos de análisis granulométrico

El análisis granulométrico consiste en determinar el tamaños de las partículas que constituyen el suelo y fijar, en porcentaje de su peso total, la cantidad de granos de distintos tamaños que el mismo contiene.

El análisis granulométrico por tamizado se realiza tomando un determinada cantidad medida de suelo seco, pasandolo a través de una serie de tamices agitando todo el conjunto.

En el caso del análisis granulométrico por sedimentación, se comienza por mezclar en una probeta un liquido(generalmente, agua destilada), con una cantidad de suelo seco. Para lograr la dispersión de las partículas en el liquido es preciso recurrir a la adición de pequeñas cantidad de ciertos productos químicos y proceder a la agitación energética del conjunto. Una vez conseguida la suspensión uniforme del suelo en el seno del liquido, se coloca la probeta en posición vertical y se estudia la sedimentación de sus partículas. (Guerra Torralbo, 2018, p. 84-86)

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Los sistemas de clasificación de suelos dividen a estos en grupos y subgrupos en base a propiedades ingenieriles comunes tales como la distribución granulométrica, el límite líquido y el límite plástico. Los dos sistemas principales de clasificación actualmente en uso son (1) el Sistema AASHTO (American Association of State High-way and Transportation Officials) y (2) el Unified Soil Classification System (también ASTM). (Braja, 2001, p. 35).

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

El sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla N° 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas, menores. Un suelo se considera "grueso" si más del 50% de sus partículas son gruesas, y "fino", si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas.

Se describirán en primer lugar los diferentes grupos referentes a suelos gruesos.

SUELOS GRUESOS

El símbolo de cada grupo está formado por dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres ingleses de los suelos más típicos de ese grupo. El significado se especifica abajo.

a) Gravas y suelos en que predominen estas. Símbolo genérico G (gravel).

b) Arenas y suelos arenosos. Símbolo genérico S (Sand).

Las gravas y las arenas se separan con la malla N° 4, de manera que un suelo pertenece al grupo genérico G, si más del 50% de su fracción gruesa no pasa la malla N° 4, y es del grupo genérico S, en caso contrario.

Las gravas y las arenas se dividen en cuatro tipos:

1. Material prácticamente limpio de finos, bien graduado. Símbolo W (well graded). En combinación con los símbolos genéricos, se obtienen los grupos GW Y SW.

2. Material prácticamente limpio de finos, mal graduado. Símbolo P (poorly graded). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GP Y SP.
3. Material con cantidad apreciable de finos no plásticos. Símbolo M (del sueco mo y mjala). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GM Y SM.
4. Material con cantidad apreciable de finos plásticos. Símbolo C (clay). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GC Y SC.

A continuación, se describen los grupos anteriores a fin de proporcionar criterios más detallados de identificación, tanto en el campo como en el laboratorio.

SUELOS FINOS

También en este caso el Sistema a los suelos agrupados, formándose el símbolo de cada grupo por dos letras, mayúsculas, elegidas con un criterio similar al usado para los suelos grueso, y dando lugar a las siguientes divisiones:

- a) Limos inorgánicos, de símbolo genérico M (del sueco mo y mjala)
- b) Arcillas inorgánicas, de símbolo genérico C (clay)
- c) Limos y arcillas orgánicas, de símbolo genérico O (Organic)

Cada uno de estos tres tipos de suelos se subdivide, según su límite líquido, en dos grupos. Si este es menor de 50%, es decir, si son suelos de compresibilidad baja o media, se añade al símbolo genérico de letra L (low compressibility), obteniéndose por esta combinación los grupos ML, CL y OL. Los suelos finos con límite líquido mayor de 50%, o sea de alta compresibilidad, llevan tras el símbolo genérico la letra H (high compressibility), teniéndose así los grupos MH, CH y OH.

Los suelos altamente orgánicos, usualmente fibrosos, tales como turbas y suelos pantanosos, extremadamente compresibles, forman un grupo independiente de símbolo Pt (del inglés peat; turba). (Badillo, 2005, pp. 152-154)

Figura 6.

Sistema Unificado Clasificación de Suelos (SUCS)

Identificación en el campo (excluyendo las partículas mayores de 7,6 cm y basando las fracciones en pesos estimados)				Simbolo del grupo	Nombres típicos	
Suelos de grano grueso-Más de la mitad del material es retenido por el tamiz N.º 200	Gravas-más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz N.º 4	Gravillas limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con pocos finos o sin ellos	
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de arena y grava con pocos finos o sin ellos	
		Gravas con finos (cantidad apreciable de finos)	Fracción fina no plástica (para la identificación ver el grupo ML más abajo)	GM	Gravas limosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y limo	
			Finos plásticos (para identificación ver el grupo CL más abajo)	GC	Gravas arcillosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla	
	Arenas-más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz N.º 4	Arenas limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin ellos	
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin ellos	
		Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	Finos no plásticos (para identificación ver el grupo ML más abajo)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas	
			Finos plásticos (para identificación ver el grupo CL más abajo)	SC	Arenas arcillosas, mezclas mal graduadas y arenas y arcillas	
	Métodos de identificación para la fracción que pasa por el tamiz N.º 40					
	Suelos de grano fino-Más de la mitad del material pasa por el tamiz N.º 200 (La abertura del tamiz N.º 200 corresponde aproximadamente al tamaño de la menor partícula apreciable a simple vista)	Limos y arcillas con límite líquido menor de 50	Resistencia en estado seco (a la disgregación)	Distancia (reacción a la agitación)	Tenacidad (consistencia)	
Nula a ligera			Rápida a lenta	Nula	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas con ligera plasticidad
Media a alta			Nula a muy lenta	Media	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas
Limos y arcillas con límite líquido mayor de 50		Ligera a media	Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
		Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o con diatomeas, suelos limosos
		Alta a muy alta	Nula	Alta	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, arcillas grasas
		Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta
Suelos altamente orgánicos			Fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	
Los suelos que poseen características de dos grupos se designan con la combinación de los dos símbolos. P. ej. GW-GC, mezcla bien graduada de arena y grava. Todos los tamaños de tamices se refieren al U.S. Standard.						

Nota. La figura 6, muestra la Simbología y significado de la clasificación de Suelos con el SUCS. Tomado de Mecánica de suelos: conceptos básicos y aplicaciones (p. 116), por Guerra Torralbo, J. C. (2018).

LA COMPACTACIÓN

Información recopilada de SHUAN (2004, pp. 2-3), La compactación es un proceso de estabilización mecánica del suelo que mejora sus propiedades como son:

- Aumento de densidad
- Disminución de la relación de vacíos.
- Disminución de la deformabilidad.
- Aumento de resistencia al corte.

La compactación depende de varios factores como, por ejemplo:

- Tipo de suelo.
- Distribución granulométrica.
- Forma de partículas.
- Contenido de humedad.

Ensayo de Compactación Proctor

Información recopilada de RIVAS (2006), el ensayo Proctor es un ensayo de compactación de suelo que tiene como finalidad obtener la humedad óptima de compactación de un suelo para una determinada energía de compactación. La humedad óptima de compactación es aquella (porcentaje de agua) para la cual la densidad del suelo es máxima, es decir, la cantidad de agua que hemos de añadir a un suelo para poderlo compactar al máximo con una energía concreta. (p. 43)

Para determinar las densidades secas de cada muestra compactada (D_s) en dicho ensayo, se usó la siguiente ecuación:

Ecuación 2.

Determinación de la densidad seca

$$D_s = \frac{D_h}{\left(1 + \frac{w\%}{100}\right)} \dots (2)$$

Donde:

D_s = Densidad seca de la muestra.

D_h = Densidad húmeda de la muestra.

$W\%$ = Contenido de húmeda de la muestra.

Compactación con la Máquina CINVA

Información recopilada de LOU (1981):

A principio de la década de los cincuenta, el ingeniero chileno Raúl Ramírez, en un despliegue de creatividad e ingenio admirable, desarrollo para el Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento (CINVA), con sede en Bogotá, Colombia, una prensa de operación manual para fabricar bloques de tierra comprimidos. La máquina alcanzaría pronto fama internacional con el nombre de CINVA.

Básicamente, la prensa CINVA consta de una caja o molde dentro del cual un pistón actuado por un dispositivo de palanca operado a mano, comprime la mezcla de tierra fresca para tomar el bloque. Al accionar la palanca en sentido inverso, el mismo pistón expulsa el bloque, el cual es retirado manualmente para ser puesto a curar a la sombra y húmedo por un periodo mínimo de siete días.

No obstante tratarse de un aparato sumamente portátil, de gran simplicidad mecánica, bajo costo, fácil manejo y mantenimiento sencillo, la CINVA-RAM es capaz de moldear a alta presión, bloques densos y bien conformados de la más alta calidad, a razón de unas 600 unidades por jornada de ocho horas. (p. 4)

PROPIEDADES A EVALUAR DEL LADRILLO SUELO CEMENTO.

Resistencia a Compresión Simple.

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm² (CEMEX, 2019)

El ensayo de compresión se realiza usualmente en testigos de medias unidades secas, aunque algunas normas proponen o aceptan el ensayo de unidades enteras e incluso de dos medias unidades separadas por una junta de mortero. La carga de compresión se aplica perpendicular a la superficie de asiento. Si el testigo es muy irregular, es rellenado con pasta de cemento portland poco antes de colocar el recubrimiento, normalmente de azufre, para lograr el contacto uniforme con los cabezales de la máquina de compresión. El ensayo se realiza hasta la rotura.

La resistencia a la compresión (σ) se determina dividiendo la carga de rotura (P_u) entre el área bruta (A) de la unidad cuando esta es sólida o tubular y el área neta (A) cuando es hueca o perforada; la norma peruana; sin embargo, considera siempre como divisor el área bruta, para evitar errores y poder comparar valores de resistencia directamente. Así, se obtiene el valor (Gallegos & Casabonne, 2005, p. 114).

Ecuación 3.

Determinación de la resistencia a compresión.

$$\sigma = \frac{P_u}{A} \dots (3)$$

Donde:

σ = Resistencia a la Compresión (kg/cm²)

P_u = Carga aplicada (kg).

A = Área de la aplicación de la carga (cm²)

En la presente investigación una alternativa de referencia hacia las propiedades mecánicas a analizar del ladrillo suelo-cemento es la Norma Técnica Colombiana (ICONTECT 2004), clasifica los bloques por su resistencia mínima a la compresión seca y húmeda.

Tabla 1

Valores de compresión según norma NTC 5324.

	Resistencia compresión (Mpa)		
	BSC 20	BSC 40	BSC 60
Seca	2	4	6
Húmeda	1	2	3

Nota. La Tabla 1, muestra los valores de la resistencia a compresión en Mpa que establece la norma Colombiana. Tomado de Construcción con Tierra Tecnología y arquitectura (p. 3), por CID FALCETO et al, 2011.

Estos valores son aplicables a bloques de suelo-cemento enteros sin huecos ni perforaciones. Todos los valores no deben ser inferiores a 0,8 veces cualquiera de los valores descritos en la Tabla 2.

Algunas especificaciones en el proceso de compresión son:

- Tipo de muestra: bloque partido unido mediante junta de mortero.
- Número de piezas: 8 piezas.
- Junta de mortero: capa de mortero de cemento de 10 mm de espesor máximo

Por otro lado, también se hará referencia la Norma española UNE 41410 (AENOR 2008), para determinar si las muestras patrón cumplen con estos parámetros, clasifica los bloques en tres tipologías. Todos los valores no deben ser inferiores a 0,8 veces cualquiera de los de los valores descritos en la siguiente tabla.

Tabla 2.

Valores de compresión según norma UNE 41410.

	BTC 1	BTC3	BTC 5
Seca (Mpa)	1,3	3	5

Nota. La Tabla 2, muestra los valores de la resistencia a compresión en Mpa que establece la norma Española. Tomado de Construcción con Tierra Tecnología y arquitectura (p. 3), por AENOR, 2008.

Según la especificación sobre el tipo de muestra se hará con bloque entero.

Según Norma ASTM-C 67 - Norma de muestreo y pruebas de ladrillos y tejas de arcilla estructural, en su artículo 7. Fuerza a Compresión seguido de su ítem 7.1 Especímenes de prueba en su acápite 7.1.1 Ladrillo, menciona que, las muestras de ensayo consistirán en mitad seca de ladrillo; y se ensayaran cinco especímenes. (p. 2)

Resistencia a Flexión.

Según Ríos (2010), en ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El término "alargado" se aplica cuando una dimensión es preponderante frente a las otras. Un caso típico son las vigas, las que están diseñadas para trabajar, principalmente, por flexión. Igualmente, el concepto de flexión se extiende a elementos estructurales superficiales como placas o laminas. (p. 38)

Ecuación 4.

Determinación de la resistencia a flexión.

$$\sigma_f = \frac{3 PL}{2bd^2} \dots (4)$$

Donde:

σ_f = Esfuerzo o resistencia a flexión (kg/cm²).

P = Carga aplicada (kg).

L = Distancia entre los apoyos del espécimen (cm).

b = Ancho del espécimen (cm).

d = Espesor o peralte promedio del espécimen (cm).

Según Norma ASTM-C 67 - Norma de muestreo y pruebas de ladrillos y tejas de arcilla estructural, en su acápite 6.1 Especimen de prueba de su ítem 6. Modulo de rotura (Prueba a Flexión), menciona que, los especímenes de prueba consistirán en unidades enteras secas de tamaño completo. Cinco de estos especímenes deberán ser probado en dicha norma específica la cantidad de muestras como mínimo para ladrillos estructurales en los ensayos ya mencionados. (p. 2)

En muchas zonas de Cajamarca y en todo el país, donde el suelo es un material de gran demanda para la construcción de viviendas de tierra, siendo las zonas rurales particularmente, es de gran importancia conocer el tipo del suelo que se usará en la elaboración de estos bloques; puesto que, hay viviendas de tierra que se construye con suelos que no son aptos o que son de baja resistencia. Además de ser un material de gran demanda, se debe tener en cuenta que deben ser analizadas en un laboratorio de suelos para su respectiva clasificación y cumpla con los parámetros establecidos según normativas, ya sea para la elaboración de ladrillos de suelo-cemento o adobes y generar futuras canteras para el aprovechamiento de este material.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la resistencia a compresión y flexión de un ladrillo suelo-cemento que ha sido fabricado usando un suelo tipo SC y otro CL?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la resistencia a compresión y flexión de un ladrillo suelo-cemento que ha sido fabricado con un suelo tipo SC y otro con un suelo CL.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar los límites de consistencia, propiedades granulométricas, y el óptimo contenido de humedad de los suelos a estudiar.
- Determinar la clasificación de Suelos mediante el sistema de Clasificación SUCS, de los suelos a estudiar.
- Determinar la resistencia a compresión de un ladrillo suelo-cemento que ha sido fabricado con un suelo 1 y otro con un suelo 2.
- Determinar la resistencia a flexión de un ladrillo suelo-cemento que ha sido fabricado con un suelo 1 y otro con un suelo 2.
- Comparar la resistencia a compresión y flexión de los ladrillos suelo-cemento, que ha sido fabricado con un suelo 1 y otro con un suelo 2.

1.4. Hipótesis

La resistencia a compresión y flexión de un ladrillo suelo-cemento que ha sido elaborado con un suelo tipo SC es mayor en un 40% y 20% respectivamente a la de un ladrillo suelo-cemento que ha sido fabricado con un suelo tipo CL.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación.

Es una investigación aplicada, que se define como; aplicación del proceso de investigación científica con el propósito de estudiar problemas concretos y encontrar las mejores soluciones posibles (Sylvain Giroux & Ginette Tremblay, 2004,p. 21).

En ese sentido, la presente tesis es una investigación de tipo Experimental y este tiene como concepto; estudio en el que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes (supuestas causas) para analizar las consecuencias (supuestos efectos) que esta manipulación tiene sobre una o más variables dependientes, dentro de una situación de control por parte del investigador (Hernández et al. 2014, p. 162).

Esta investigación consiste en evaluar los resultados de las propiedades mecánicas de resistencia a compresión y flexión de los ladrillos suelo-cemento (con adición del 10% de cemento), con los tipos de suelo a analizar, estando estos compactados (mediante la maquina CINVA).

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Unidad de estudio.

El ladrillo suelo-cemento

2.2.2. Población.

De acuerdo a la norma ASTM C-67 indica mínimo 5 mitades de unidades para ensayo a compresión y 5 unidades enteras para el ensayo a flexión. Se elaboró 8 unidades tanto para las muestras patrón como para los ladrillos suelo-cemento para cada ensayo, teniendo un total de 64 ladrillos entre muestras patrones y de suelo-cemento.

2.2.3. Muestra.

Para la investigación, el muestreo fue de tipo no probabilístico por conveniencia, la cual, se registró de acuerdo a la Tabla 4 la cantidad de muestras para cada ensayo, con respecto al tipo de suelo. En el caso del ladrillo suelo-cemento se usó una adición del 10% del peso del ladrillo.

Tabla 3.

Cantidad de ladrillos para ensayos de resistencia a compresión y flexión.

PRUEBA	PATRON		LADRILLO		Parcial (Unidades)
	Suelo 1 (S1)	Suelo2 (S2)	Suelo- cemento con S1	Suelo- cemento con S2	
RESISTENCIA A COMPRESION	8	8	8	8	32
RESISTENCIA A FLEXION	8	8	8	8	32
TOTAL, PROBETAS (Unidad)					64

Nota. La Tabla 3, proporciona la cantidad de muestras a elaborar para su análisis de cada ensayo a realizar.

2.2.4. Variable de Estudio

Independiente:

Tipo de suelo.

Dependiente:

Resistencia a compresión.

Resistencia a flexión.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

- Como técnica de recolección de datos se optó por el análisis de documentos, el Internet y la observación directa, ya que, según Bernal (2010), estas técnicas tienen aplicación en cualquiera de los enfoques cualitativo y cuantitativo de la Investigación (p.193); es por ello,

se usaron estas técnicas, puesto que, primero se realizó un análisis documental en cuanto al estudio del ladrillo suelo-cemento, para luego hacer una inspección de las canteras a estudiar y observar directamente que dichos terrenos muestren forma uniforme del estrato del suelo, se extrajeron las muestras para que sean analizadas en los diferentes componentes y de acuerdo a la secuencia de los procedimientos realizados en la investigación, recolectar los datos mediante la observación directa.

Asimismo, como instrumento de recolección de datos se tuvo los Protocolos de Laboratorio de Suelos y Concreto, los cuales van a servir para recolectar la información necesaria para llevar a cabo el desarrollo del estudio, es necesario resaltar, que estos instrumentos de recolección de datos fueron elaborados en su totalidad por el Laboratorio de Suelos y Concreto de la Universidad Privada del Norte. Teniendo así, que los protocolos de recolección de datos son los siguientes:

- Ensayo Granulométrico Mediante Tamizado por Lavado (ASTM D421)
- Granulometría en Tamizado por Sifonaje (ASTM D421)
- Ensayo Límites de Atterberg (NTP 339.129 – 1999)
- Ensayo de Proctor Modificado (NTP 339.141 – 1999).
- Determinación de la Clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) (NTP 339.134 - 1999)
- Ensayo de Compresión (NTC 5324 y UNE 41410)
- Ensayo de Flexión (Referencia ASTM C293)

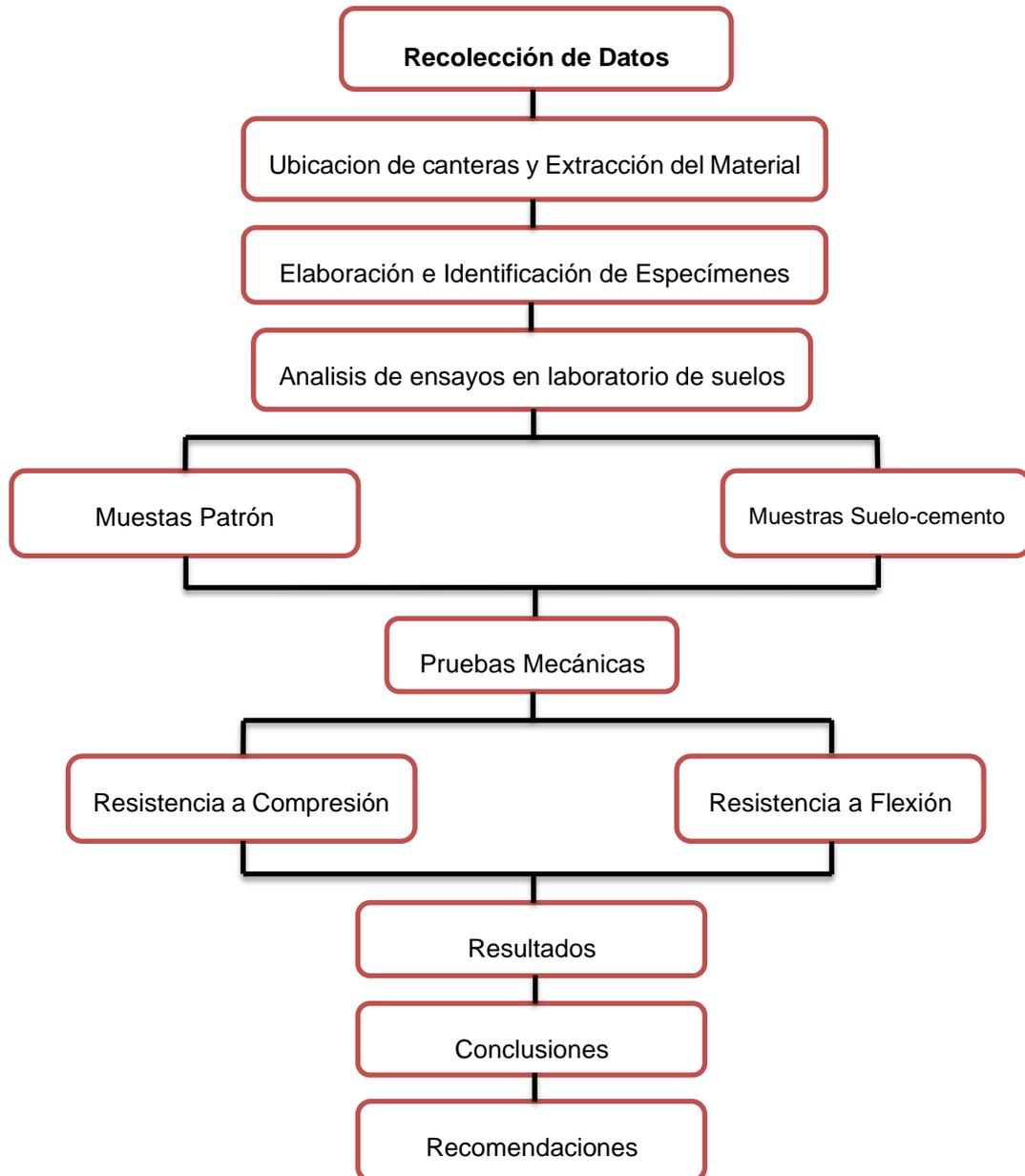
Los cuales tienen como finalidad recoger los datos necesarios para dar respuesta a la pregunta de investigación. También se considera como instrumento de recolección de datos al aplicativo "ESCALE-mapas de escuelas" y software "Google Earth", siendo programas

de uso libre y sin costo alguno en la pagina web, para obtener la ubicación y una referencia geográfica de la zona de estudio.

Con respecto a las técnicas de análisis de datos, se hizo uso de la estadística descriptiva, en razón a que, según del Castillo y Olivares (2014), se utiliza para resumir la información acerca de una muestra. Generalmente los datos se reorganizan en una forma adecuada para introducirlos a un programa de computo. Estos datos se presentan frecuentemente en tablas y/o graficas. (p. 210), Es por ello, que se optó por esta técnica, debido a que, utilizaremos este tipo de estadística para el análisis de resultados obtenidos de cada ensayo realizado en el laboratorio entre los ladrillos de muestras patrones y de muestras suelo-cemento. Asi mismo, como instrumento de análisis de datos se tuvo Microsoft Excel para el procesamiento de datos, ya que, facilitará el proceso.

2.4. Procedimientos

A modo de síntesis se resume el proceso de recolección de datos:



Esquema del proceso de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia, 2022

Como punto de partida del procedimiento de recolección de datos es la ubicación de las canteras donde se extrajo el material, es así que, se hizo uso del aplicativo “ESCALE-mapas de escuelas” y software “Google Earth”, siendo programas de uso libre y sin costo alguno en la página web, para obtener la ubicación y una referencia geográfica (coordenadas

UTM) de la zona de estudio. La primera cantera en estudio a la que denominaremos Suelo 1 (S1); está ubicada cerca de la carretera hacia salida a la costa de Cajamarca, en el centro poblado Aylambo parte Baja como se muestra en la figura 7.

Departamento: Cajamarca.

Provincia: Cajamarca.

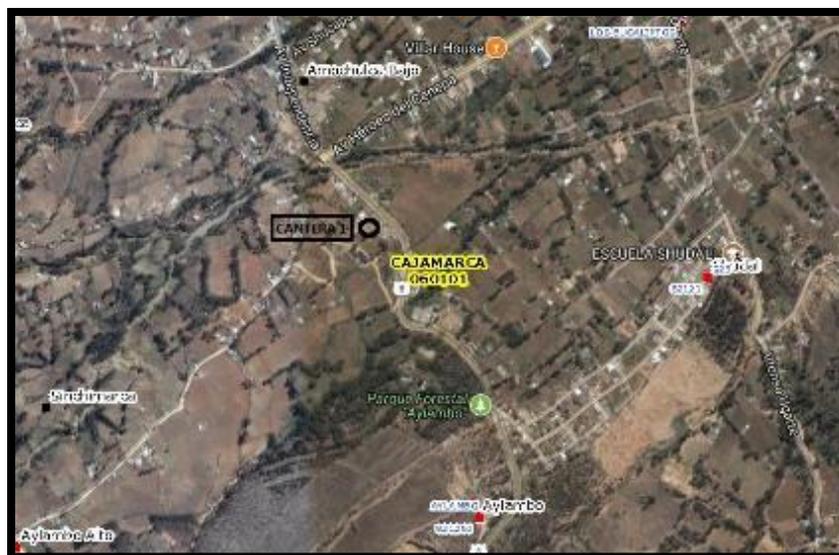
Distrito: Cajamarca.

Centro Poblado: Aylambo

COORDENADAS UTM		
ESTE	NORTE	COTA
774914.00	9204501.00	2864.00

Figura 7.

Ubicación de la cantera de Aylambo Bajo - Cajamarca



Nota. La figura 7, muestra la imagen satelital de la ubicación de cantera de Aylambo Bajo - Cajamarca. Tomado de Estadística de la calidad educativa (ESCALE) - Mapa de Escuelas, 2018.

La segunda cantera en estudio a la que denominaremos Suelo 2 (S2), está ubicada en el cruce de la carretera Shaullo Grande y Yahuar Huaca, en el caserío de Shaullo Chico como se muestra en la figura 8.

Departamento: Cajamarca.

Provincia: Cajamarca.

Distrito: Baños del Inca.

Caserío: Shaullo Chico

COORDENADAS UTM		
ESTE	NORTE	COTA
783470.00	9206559.00	2884.00

Figura 8.

Ubicación de la cantera Shaullo Chico – Baños del Inca



Nota. La figura 8, muestra la imagen satelital de la ubicación de la cantera de Shaullo Chico – Baños del Inca. Tomado de Estadística de la calidad educativa (ESCALE) - Mapa de Escuelas,2018.

Tenido así, ubicadas las canteras, se procedió con la extracción de los Suelos a estudiar; se realizó mediante excavación manual por el tesista, en ambas canteras ya mencionadas, luego se colocó en sacos cubiertos por bolsas para no alterar su humedad, para posteriormente llevarlos y dejarlos secar en temperatura ambiente y en un espacio donde no se tenga contacto con humedad para poder realizar el estudio de suelos en el laboratorio. El transporte

de material se realizó primero hasta el local de almacenamiento para evitar que se contamine la muestra y luego se transportó al laboratorio de la Universidad Privada del Norte para realizar los ensayos mencionados anteriormente.

Finalmente, se hizo uso de los protocolos de Laboratorio de Suelos y Concreto que brinda la Universidad Privada del Norte, en la cual se recolecto información de los ensayos de granulometría mediante tamizado por lavado, granulometría en tamizado por sifonaje, límites de Atterberg, proctor modificado, clasificación de suelos, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, elaborado para cada tipo de suelo con su respectiva identificación en cada muestra en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Privada del Norte. Es necesario recalcar que, la información obtenida de los protocolos mencionados anteriormente nos sirvió para tener como base de datos las propiedades de estas canteras analizadas.

En el caso de los aspectos éticos, se tuvo como primera consideración para el estudio la no manipulación de datos, es decir, se garantiza que no se realizó ninguna alteración de los datos obtenidos en el desarrollo de la investigación, la información fue recopilada tal cual los protocolos de recolección de datos mostrados en los anexos. Como segunda consideración, se cito a todo autor del que se tomó información para llevar a cabo el desarrollo del estudio. Como última consideración, se asegura la transparencia y la veracidad de los resultados obtenidos, puesto que, se mostró los resultados sin alterar ningún dato.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

En este capítulo, se muestran los resultados obtenidos de los ensayos de acuerdo al procedimiento descrito anteriormente, siendo estos los siguientes:

Primero se realizo el ensayos de suelos de las muestras del suelos S1 y S2 correspondientes al de la cantera Aylambo Bajo – Cajamarca y Shaullo Chico respectivamente. En la Tabla 4, muestra los porcentajes obtenidos de los limites de consistencia de cada suelo. Asimismo, la figura 9 representa la obtención del limite liquido que se muestran en la Tabla 4.

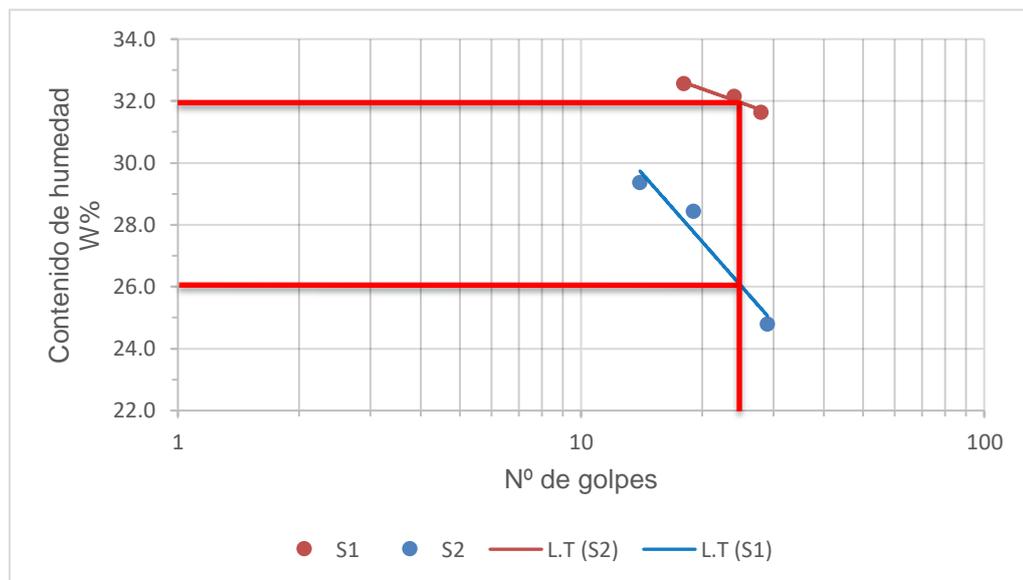
Tabla 4.

Limites de consistencia de los suelos S1 y S2.

DATOS DE ENSAYOS DE SUELOS		
DESCRIPCIÓN	SUELO 1 (S1)	SUELO 2 (S2)
Limtes de Consistencia		
Límite Líquido (%)	31.9	26.0
Límite Plástico (%)	18.2	21.0
Índice de Plásticidad (%)	13.7	5.0

Figura 9.

Limite liquido del suelo S1 y S2.



Los resultados de la granulometría en tamizado por lavado del suelo 1 (S1) - cantera de Aylambo Bajo – Cajamarca y suelo 2 (S2) - cantera de Shaullo chico se muestra en la Tabla 5, siendo el porcentaje que pasa por cada tamiz para cada suelo.

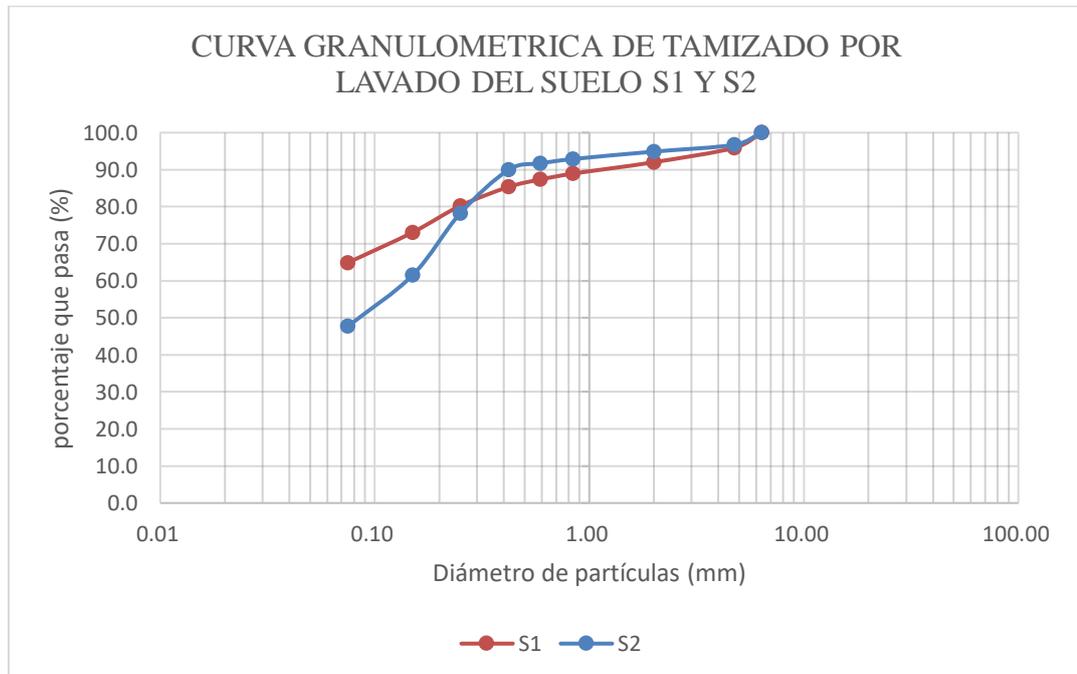
Tabla 5.

Análisis granulométrico del suelo S1 y S2.

TAMIZ		%QUE PASA	
Nº	ABER.(mm)	S1	S2
1/4"	6.35	100.00	100.00
Nº4	4.75	96.74	95.92
Nº10	2.00	94.88	92.02
Nº20	0.84	92.88	88.94
Nº30	0.59	91.68	87.34
Nº40	0.42	89.94	85.32
Nº60	0.25	78.18	80.22
Nº100	0.15	61.50	73.06
Nº200	0.08	47.72	64.90

Figura 10.

Curva de distribución granulométrica del suelo S1 y S2



Comparando los resultados obtenidos sobre la granulometría en tamizado por lavado de cada suelo, mostrado en la Tabla 5, se tiene que, con el suelo 1 el porcentaje que pasa el tamiz 200 es mayor al 50%, en cambio con el suelo 2 el porcentaje que pasa el tamiz 200 es menor al 50%.

En cuanto a la granulometría en tamizado por sifonaje de los suelos en estudio, en la Tabla 6, se puede apreciar que el suelo 1 contiene mas arcilla que el suelo 2.

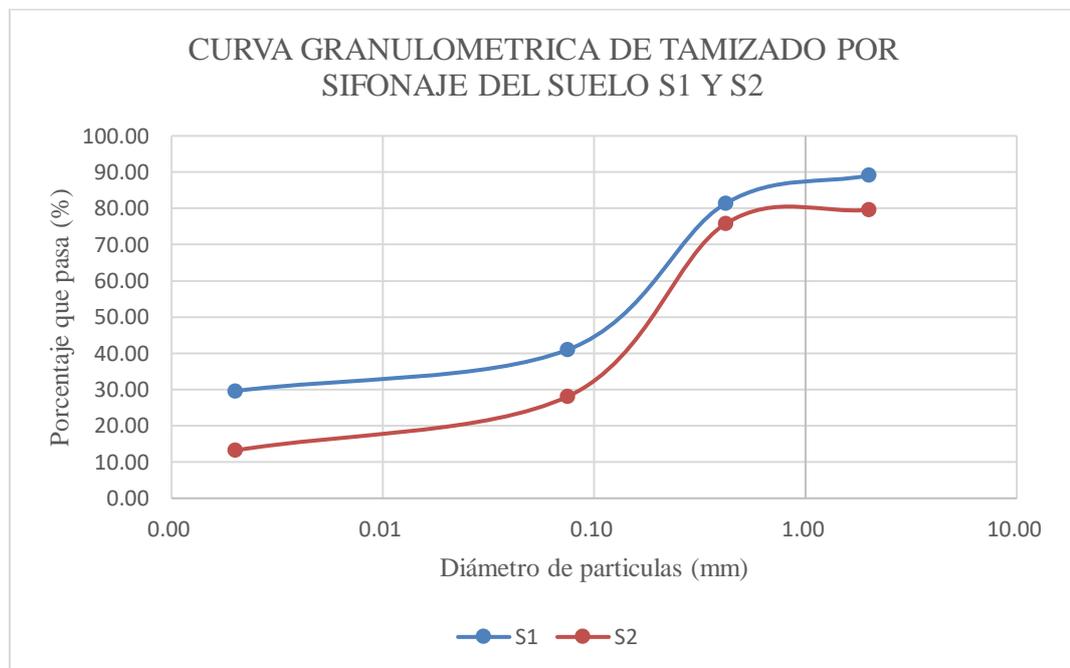
Tabla 6.

Análisis granulométrico en tamizado por sifonaje del suelo S1 y S2.

N°	TAMIZ ABER.(mm)	%QUE PASA	
		S1	S2
N°10	2.00	89.10	79.60
N°40	0.42	81.40	75.80
N°200	0.08	41.00	28.10
LIMO	0.002	29.60	13.20
ARCILLA	0.0002	0.00	0.00

Figura 11.

Curva de distribución granulométrica en tamizado por sifonaje del suelo S1 y S2



Por lo tanto, una vez conocido los resultados anteriores, se procedió a la Clasificación de Suelos mediante el sistema SUCS de las muestras del suelo S1 y S2. Las cuales se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7.

Clasificación SUCS del suelo S1 y S2.

DATOS DE ENSAYOS DE SUELOS		
DESCRIPCIÓN	SUELO 1 (S1)	SUELO 2 (S2)
Clasificación de Suelos		
Sistema SUCS	CL	SC-SM

Para conocer el óptimo contenido de humedad del suelo y su densidad máxima seca se realizó el ensayo de Proctor Modificado de los suelos en estudio. La tabla 8 nos muestra los resultados del Proctor modificado del suelo 1 (S1), Aylambo bajo – Cajamarca, para la muestra patrón sin adición y estos puntos son representados en la figura 12.

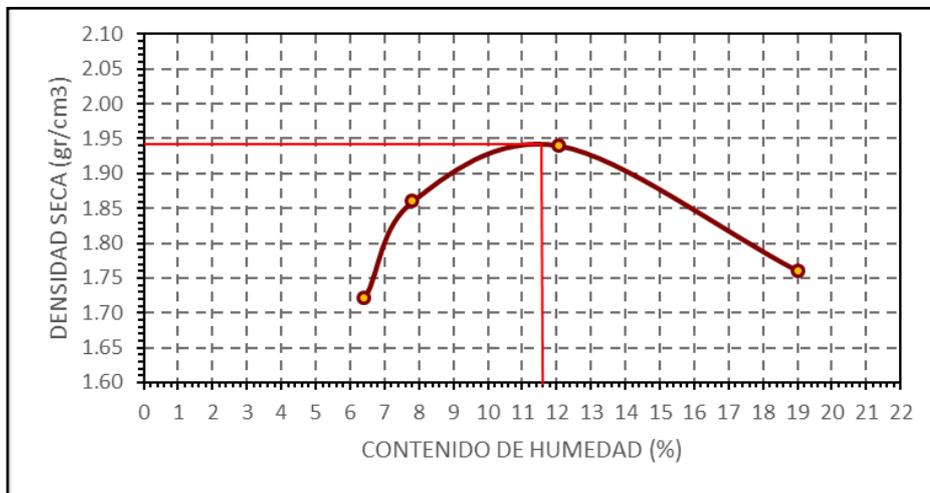
Tabla 8.

Proctor modificado del suelo 1 (S1), sin adición.

Descripción	und	PUNTOS			
		1	2	3	4
Promedio W% Óptimo	%	6.42	7.81	12.08	19.02
Densidad Máxima Seca	gr/cm ³	1.72	1.86	1.94	1.76

Figura 12.

Curva de Compactación del suelo 1 (S1), sin adición.



- Densidad máxima = 1.94 gr/cm³
- Optimo contenido de humedad = 11.60 %

La tabla 9 nos muestra los resultados del Proctor Modificado del suelo 1(S1) con adición del 10% de cemento, cantera de Aylambo Bajo – Cajamarca para la muestra suelo - cemento y estos puntos son representados en la figura 13.

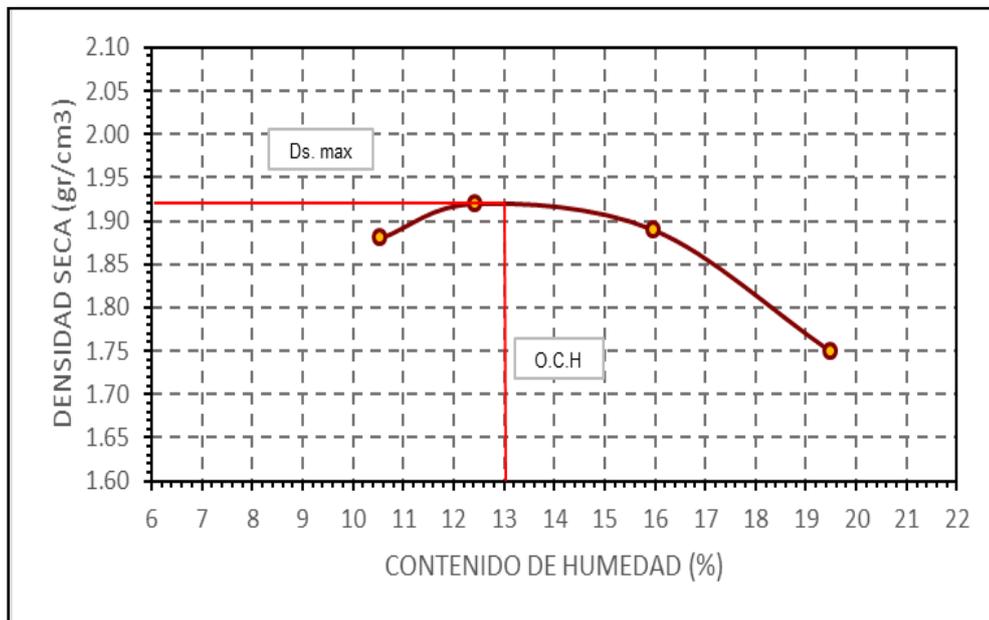
Tabla 9.

Proctor modificado del suelo 1 (S1), con 10% de adición de cemento.

Descripción	und	PUNTOS			
		1	2	3	4
Promedio W% Óptimo	%	10.55	12.44	15.97	19.49
Densidad Máxima Seca	gr/cm ³	1.88	1.92	1.89	1.75

Figura 13.

Curva de Compactación del suelo 1 (S1), con 10% de adición de cemento.



- Densidad máxima = 1.92 gr/cm³
- Optimo contenido de humedad = 13.00 %

La tabla 10 nos muestra los resultados del Proctor Modificado del suelo 2(S2) sin adición, cantera de Shaullo Chico – Baños del Inca, para la muestra patron y estos puntos son representados en la figura 14.

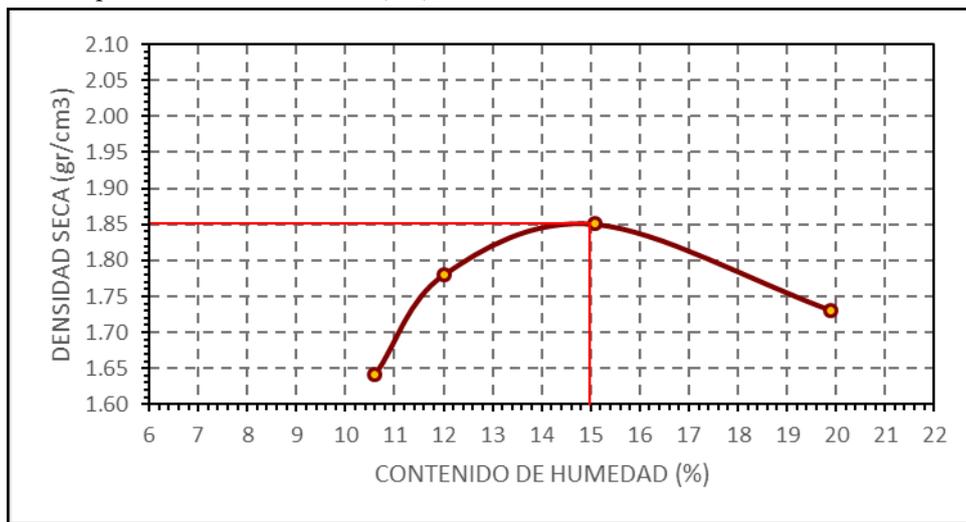
Tabla 10.

Proctor modificado del suelo 2 (S2), sin adición.

Descripción	und	PUNTOS			
		1	2	3	4
Promedio W% Óptimo	%	10.60	12.01	15.10	19.91
Densidad Máxima Seca	gr/cm ³	1.64	1.78	1.85	1.73

Figura 14.

Curva de Compactación del suelo 2 (S2), sin adición.



- *Densidad máxima = 1.85 gr/cm³*
- *Optimo contenido de humedad = 14.99 %*

La tabla 10 nos muestra los resultados del Proctor Modificado del suelo 2(S2) con adición del 10% de cemento, cantera de Shaullo Chico – Baños del Inca, para la muestra suelo-cemento y estos puntos son representados en la figura 15.

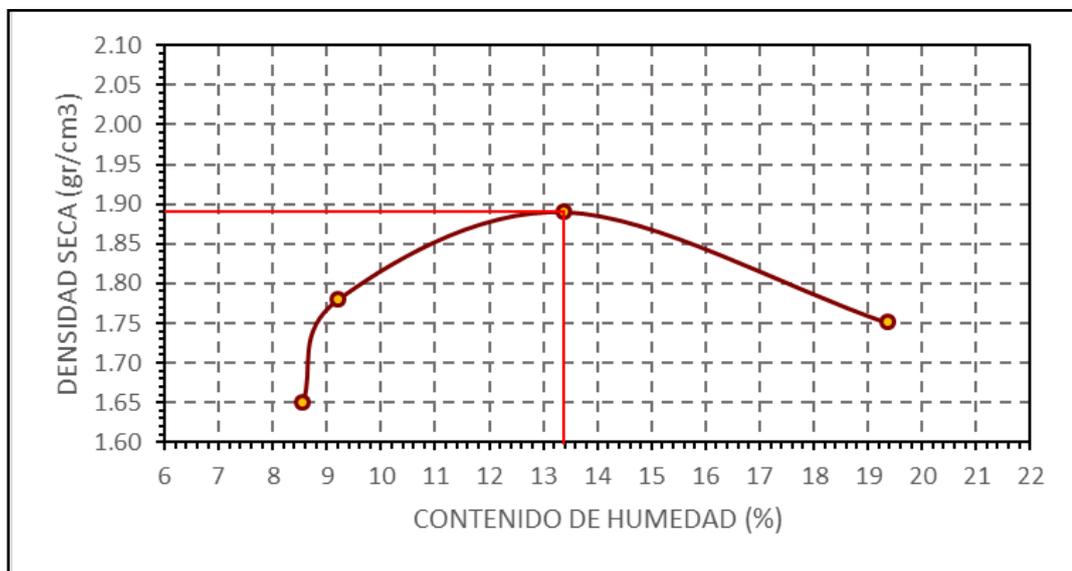
Tabla 11.

Proctor modificado del suelo 2 (S2), con 10% de adición de cemento.

Descripción	und	PUNTOS			
		1	2	3	4
Promedio W% Óptimo	%	8.55	9.20	13.40	19.37
Densidad Máxima Seca	gr/cm ³	1.65	1.78	1.89	1.75

Figura 15.

Curva de Compactación del suelo 2 (S2), con 10% de adición de cemento.



- *Densidad máxima = 1.89 gr/cm³*
- *Optimo contenido de humedad = 13.40 %*

En la Tabla 12, se presentan los resultados de Ensayo a Compresión de las muestras patrones y muestras suelo-cemento de acuerdo a su fabricación con cada suelo en estudio, se puede apreciar rangos entre todas muestras elaboradas, así mismo estos resultados se ven reflejados en las graficas 16, 17, 18 y 19.

Tabla 12.

Resistencia a compresion de las muestras patrones y suelo-cemento elaborados con los suelos S1 y S2.

RESULTADOS DE ENSAYO A COMPRESIÓN					
Espécimen		Esfuerzo (Kg/cm ²)			
		Muestra Patrón	Muestra Suelo-Cemento		
Nº	Código	S1	S2	S1+10% C.	S2+10% C.
1	M1	46.75	14.96	27.91	27.87
2	M2	26.69	13.18	22.61	39.41
3	M3	14.69	16.98	19.56	40.95
4	M4	17.90	(*)	28.68	23.22
5	M5	16.72	16.67	25.18	31.62
6	M6	14.75	12.80	23.24	27.80
7	M7	20.37	10.20	18.26	(*)
8	M8	13.49	(*)	23.34	(*)

(*) Nota: Estas muestras no se ensayaron porque fueron dañadas y no aprobadas por el técnico de laboratorio.

Figura 16.

Curva de Esfuerzo deformación de muestras patrones elaboradas con el suelo S1.

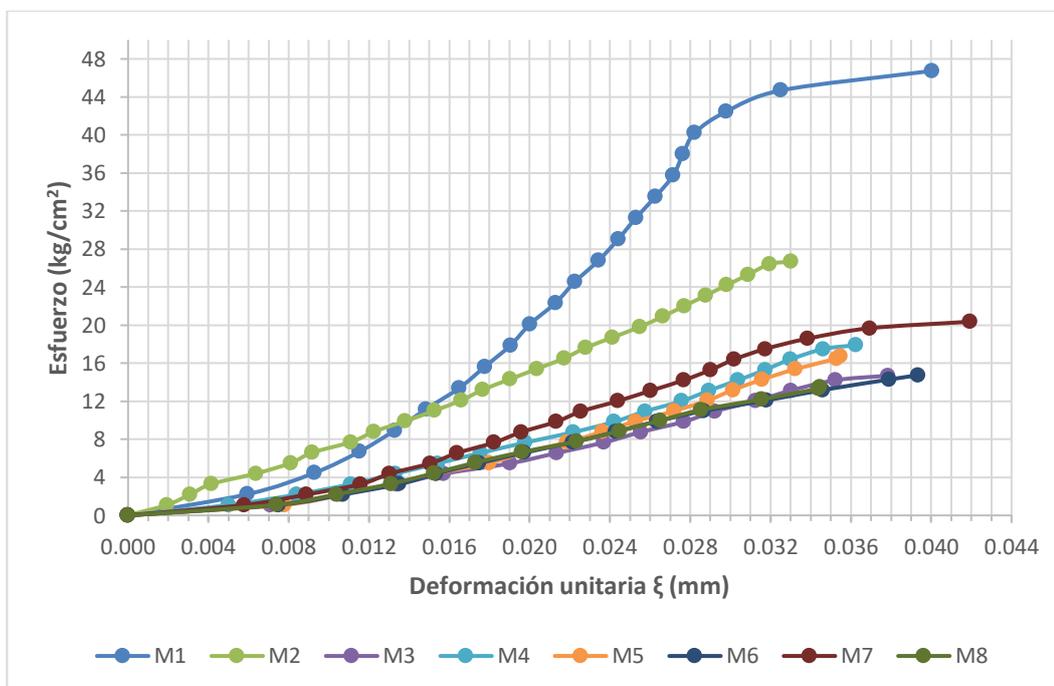


Figura 17.

Curva de Esfuerzo deformación de muestras patrones elaboradas con el suelo S2.

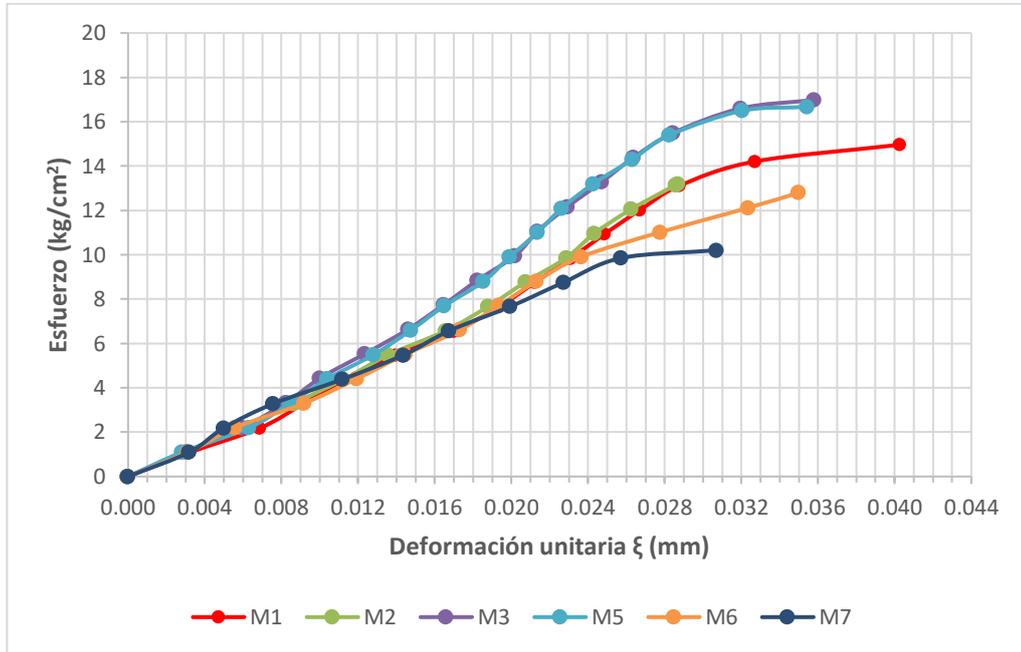


Figura 18.

Curva de Esfuerzo deformación de muestras suelo-cemento elaboradas con el suelo S1.

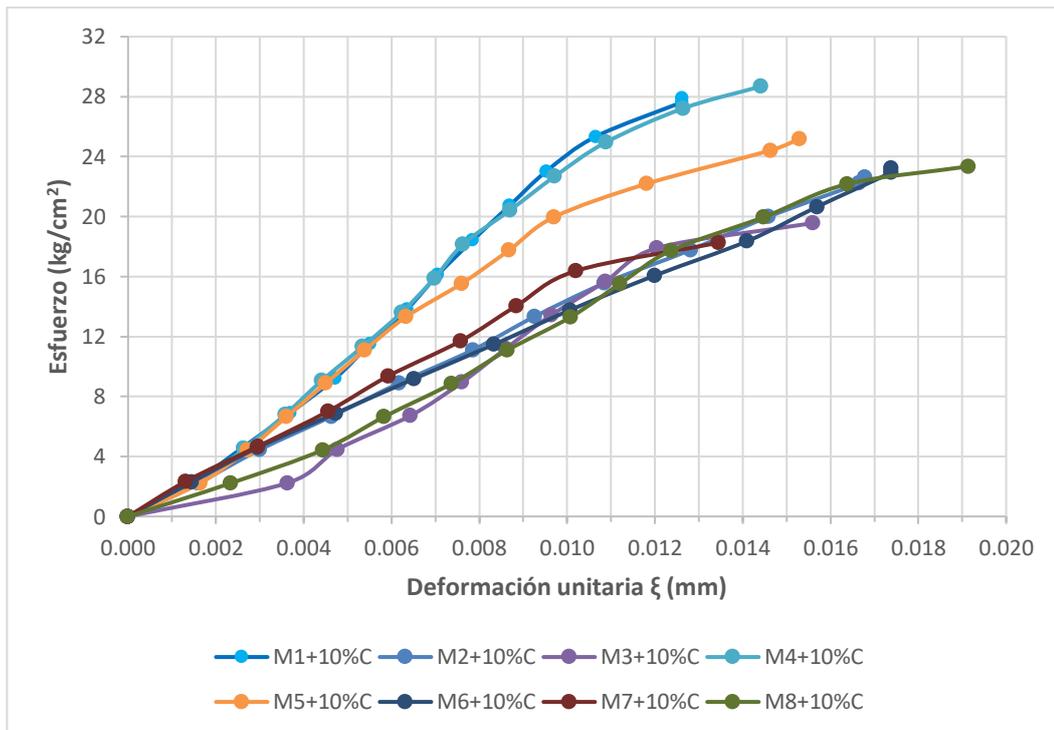
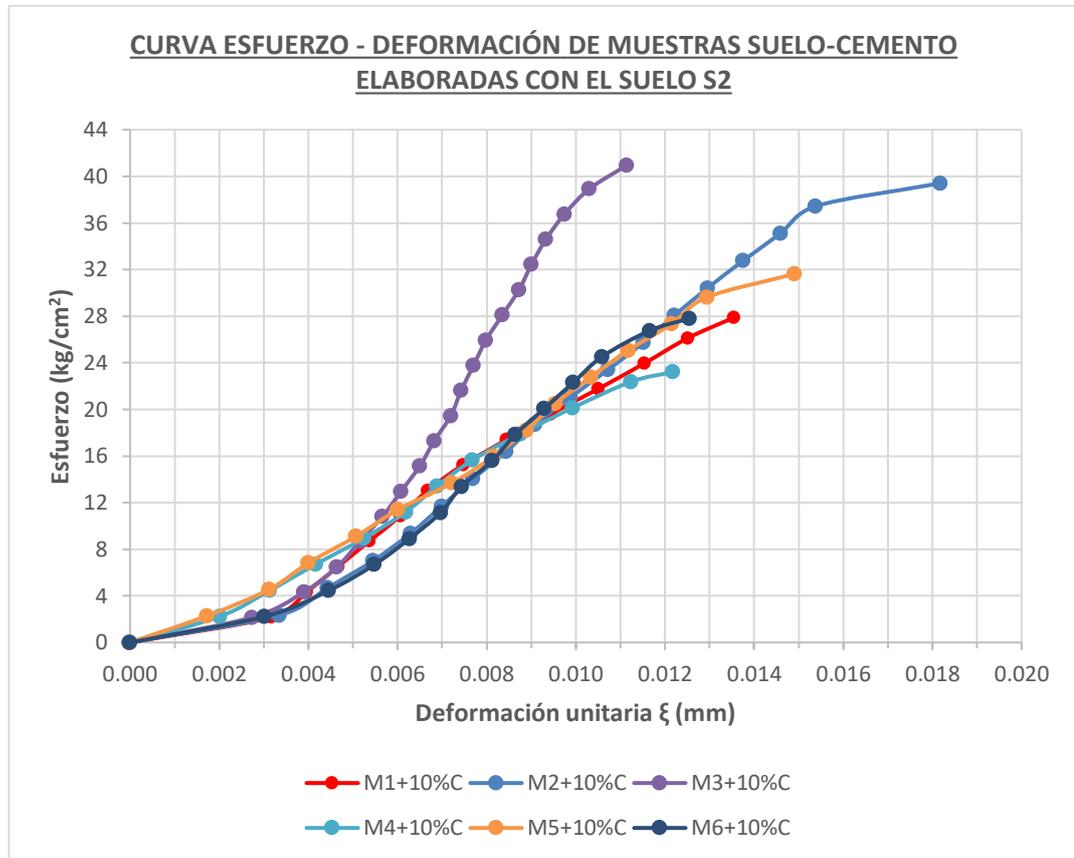


Figura 19.

Curva de Esfuerzo deformación de muestras suelo-cemento elaboradas con el suelo S2.



En la Tabla 13, se presentan los resultados de Ensayo a Compresión de las muestras patrones y muestras suelo-cemento de acuerdo a su fabricación con cada suelo en estudio, se puede apreciar rangos entre todas muestras elaboradas, así mismo estos resultados se ven reflejados en las graficas 20, 21, 22 y 23.

Tabla 13.

Resistencia a flexión de las muestras patrón y suelo-cemento elaborados con los suelos S1 Y S2.

RESULTADOS DE ENSAYO A FLEXIÓN					
Especimen		Esfuerzo (Kg/cm ²)			
		Muestra Patrón		Muestra Suelo-Cemento	
Nº	Código	S1	S2	S1+10% C.	S2+10% C.
1	M1	5.23	8.80	39.08	26.46
2	M2	9.34	9.41	26.03	22.67
3	M3	12.61	5.25	18.19	33.43
4	M4	15.14	(*)	25.29	(*)
5	M5	(*)	10.08	51.55	15.51
6	M6	(*)	(*)	51.77	26.14
7	M7	11.04	6.46	14.65	37.53
8	M8	10.72	(*)	14.07	(*)

(*) Nota: Estas muestras no se ensayaron porque fueron dañadas y no aprobadas por el técnico de laboratorio.

Figura 20.

Curva de Esfuerzo deformación de muestras patrones elaboradas con el suelo S1.

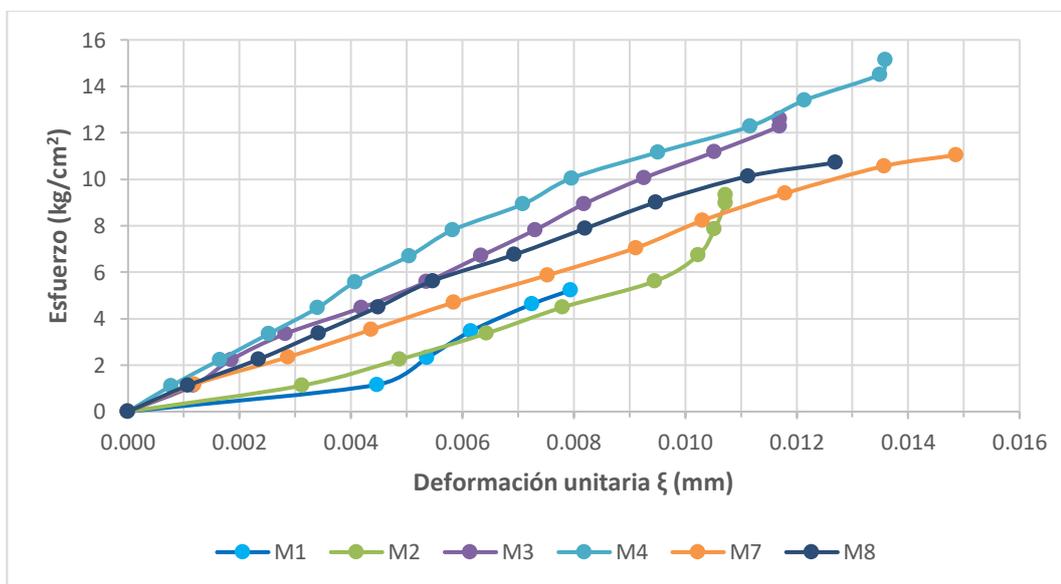


Figura 21.

Curva de Esfuerzo deformación de muestras patrones elaboradas con el suelo S2.

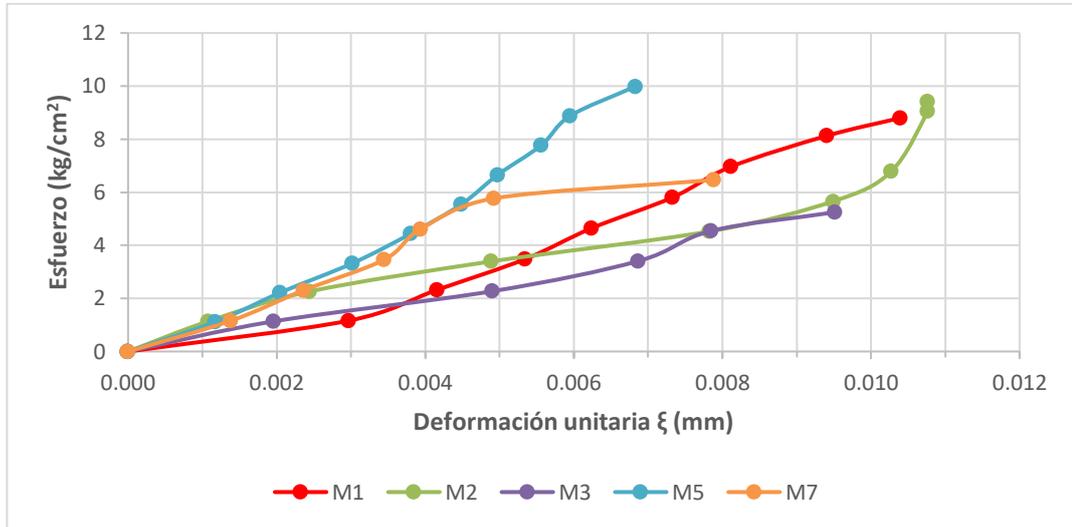


Figura 22.

Curva de Esfuerzo deformación de muestras suelo-cemento elaboradas con el suelo S1.

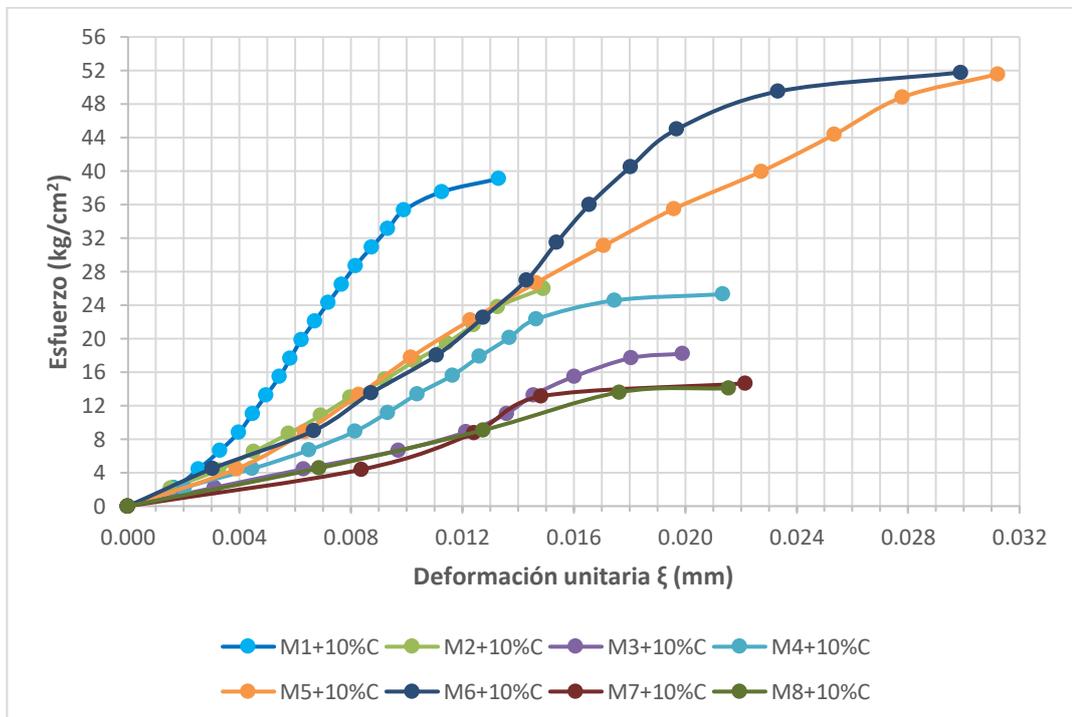
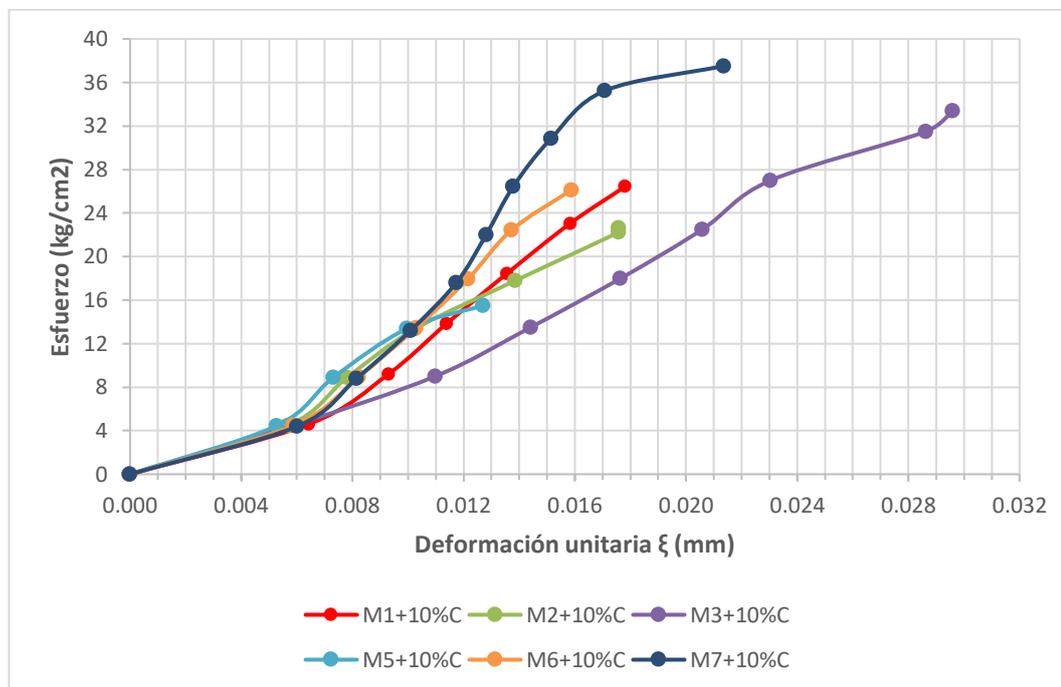


Figura 23.

Curva de Esfuerzo deformación de muestras suelo-cemento elaboradas con el suelo S2.



Se realizo la comparación y designación de los bloques de tierra comprimida según la norma UNE 41410 para las muestras patrones (sin adición), ensayadas a compresión del suelo 1 (S1), cantera de Aylambo Bajo – Cajamarca tal como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14.

Designación de los bloques del suelo 1 (S1), según la Norma UNE 41410.

Código del espécimen	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (Mpa)	Tipo de Bloque
M1	46.75	4.58	BTC 5
M2	26.69	2.62	BTC 3
M3	14.69	1.44	BTC 1
M4	17.90	1.76	BTC 1
M5	16.72	1.64	BTC 1

M6	14.75	1.45	BTC 1
M7	20.37	2.00	BTC 1
M8	13.49	1.32	BTC 1

Se realizó la comparación y designación de los bloques de tierra comprimida según la norma UNE 41410 para las muestras patrones (sin adición), ensayadas a compresión del suelo 2 (S2), cantera de Shaullo Chico – Baños del Inca, tal como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15.

Designación de los bloques del suelo 2 (S2), según la Norma UNE 41410.

Código del espécimen	Esfuerzo (kg/cm²)	Esfuerzo (Mpa)	Tipo de Bloque
M1	14.96	1.47	BTC 1
M2	13.18	1.29	BTC 1
M3	16.98	1.67	BTC 1
M4		(*)	
M5	16.67	1.63	BTC 1
M6	12.80	1.25	BTC 1
M7	10.20	1.00	BTC 1
M8		(*)	

(*) Nota: Estas muestras no se ensayaron porque fueron dañadas y no aprobadas por el técnico de laboratorio.

Se comparó y designó de acuerdo a la norma NTC 5324 de la resistencia a compresión de los ladrillos suelo-cemento (con adición del 10% de cemento) que se ha fabricado con el suelo 1 (S1), cantera de Aylambo Bajo – Cajamarca los cuales se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16.

Designación de los Ladrillos suelo-cemento según la norma NTC 5324.

Código del espécimen	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (Mpa)	Tipo de Bloque
M1	27.91	2.74	BSC 2
M2	22.61	2.22	BSC 2
M3	19.56	1.92	NO CUMPLE
M4	28.68	2.81	BSC 2
M5	25.18	2.47	BSC 2
M6	23.24	2.28	BSC 2
M7	18.26	1.79	NO CUMPLE
M8	23.34	2.29	BSC 2

Se comparó y designó de acuerdo a la norma NTC 5324, la resistencia a compresión de los ladrillos suelo-cemento (con adición del 10% de cemento) que se ha fabricado con el suelo 2 (S2), cantera de Shaullo Chico – Baños del Inca, los cuales se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17.

Designación de los bloques de suelo-cemento según la norma NTC 5324.

Código del espécimen	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (Mpa)	Tipo de Bloque
M1	27.87	2.73	BSC 2
M2	39.41	3.87	BSC 4
M3	40.95	4.02	BSC 4

M4	23.22	2.28	BSC 2
M5	31.62	3.10	BSC 2
M6	27.80	2.73	BSC 2
M7		(*)	
M8		(*)	

(*) Nota: Estas muestras no se ensayaron porque fueron dañadas y no aprobadas por el técnico de laboratorio.

Comparando los resultados de la resistencia a compresión promedio de los ladrillos ensayados según la Tabla 18, se tiene que, para las muestras suelo-cemento (con adición de 10% de cemento), elaborados con los suelos S1 y S2: el Ladrillo suelo-cemento elaborado con el suelo 1 (S1), tiene una resistencia promedio de 25.16 kg/cm² y el Ladrillo suelo-cemento elaborado con el suelo 2 (S2), tiene una resistencia promedio de 37.33 kg/cm² y su porcentaje de variación con respecto a la resistencia del mayor con el menor es de 32.6%.

Asimismo, se tiene que, para las muestras patrones elaborados con los suelos S1 y S2: el Ladrillo patron elaborado con el suelo 1 (S1), tiene una resistencia promedio de 25.69 kg/cm² y el Ladrillo patron elaborado con el suelo 2 (S2), tiene una resistencia promedio de 16.20 kg/cm² y su porcentaje de variación con respecto a la resistencia del mayor con el menor es de 36.9%.

También, se tiene que, para las muestras suelo-cemento (con adición de 10% de cemento) y patron, elaborados con el suelo S1: su porcentaje de variación con respecto a la resistencia del mayor con el menor es de 2.1% y para las muestras suelo-cemento (con adición de 10% de cemento) y patron, elaborados con el suelo S2: su porcentaje de variación con respecto a la resistencia del mayor con el menor es de 56.6%, siendo este último porcentaje de gran incremento en la resistencia a compresión. Todas estas comparaciones se ven reflejadas en la figura 24.

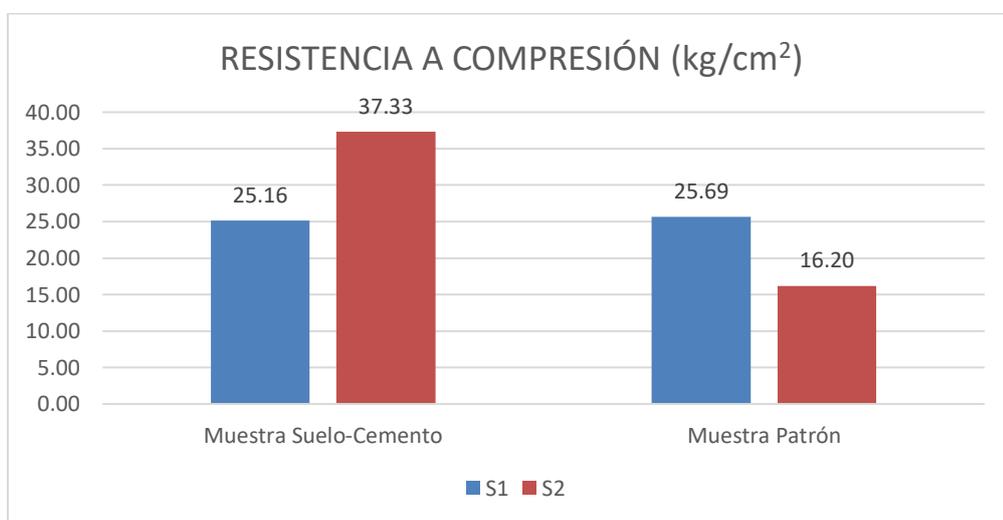
Tabla 18.

Comparacion de resistencia a compresión promedio y porcentaje de variación de la resistencia entre las muestras patrones y suelo-cemento elaboradas con los suelos S1 y S2.

	MUESTRAS ELABORADAS							
	SUELO-CEMENTO		PATRON		SUELO CL		SUELO SC-SM	
	SUELO CL	SUELO SC-SM	SUELO CL	SUELO SC-SM	SUELO-CEMENTO	PATRON	SUELO-CEMENTO	PATRON
Resistencia a compresión promedio (kg/cm²)	25.16	37.33	25.69	16.20	25.16	25.69	37.33	16.20
Variación (%)	32.6		36.9		2.1		56.6	

Figura 24.

Comparación de las resistencias a compresión promedio de las muestras patrones y suelo cemento elaboradas con los suelos S1 y S2.



Comparando los resultados de la resistencia a flexión promedio de los ladrillos ensayados según la Tabla 19, se tiene que, para las muestras suelo-cemento (con adición de 10% de cemento), elaborados con los suelos S1 y S2: el Ladrillo suelo-cemento elaborado con el suelo 1 (S1), tiene una resistencia promedio de 38.75 kg/cm² y el Ladrillo suelo-cemento elaborado con el suelo 2 (S2), tiene una resistencia promedio de 30.89 kg/cm² y su porcentaje de variación con respecto a la resistencia del mayor con el menor es de 20.3%.

Asimismo, se tiene que, para las muestras patrones elaborados con los suelos S1 y S2: el Ladrillo patron elaborado con el suelo 1 (S1), tiene una resistencia promedio de 12.38 kg/cm² y el Ladrillo patron elaborado con el suelo 2 (S2), tiene una resistencia promedio de 9.43 kg/cm² y su porcentaje de variación con respecto a la resistencia del mayor con el menor es de 23.8%.

Tambien, se tiene que, para las muestras suelo-cemento (con adición de 10% de cemento) y patron, elaborados con el suelo S1: su porcentaje de variación con respecto a la resistencia del mayor con el menor es de 68.1% y para las muestras suelo-cemento (con adición de 10% de cemento) y patron, elaborados con el suelo S2: su porcentaje de variación con respecto a la resistencia del mayor con el menor es de 69.5%, siendo este ultimo porcentaje de gran incremento en la resistencia a flexión. Todas estas comparación se ven reflejadas en la figura 25.

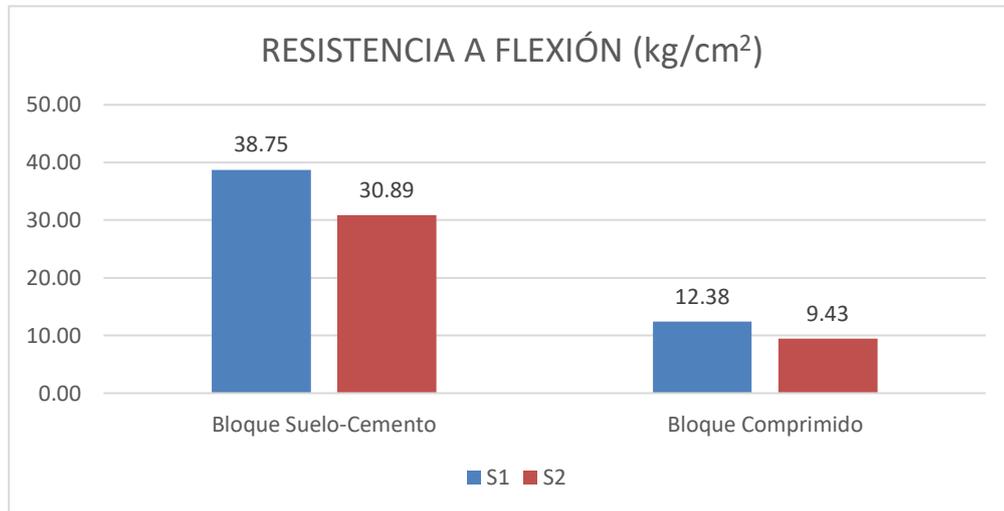
Tabla 19.

Comparacion de resistencia a flexión promedio y porcentaje de variación de la resistencia entre las muestras patrones y suelo-cemento elaboradas con los suelos S1 y S2.

	MUESTRAS ELABORADAS							
	SUELO-CEMENTO		PATRON		SUELO CL		SUELO SC-SM	
	SUELO CL	SUELO SC-SM	SUELO CL	SUELO SC-SM	SUELO-CEMENTO	PATRON	SUELO-CEMENTO	PATRON
Resistencia a flexión promedio (kg/cm²)	38.75	30.89	12.38	9.43	38.75	12.38	30.89	9.43
Variación (%)	20.3		23.8		68.1		69.5	

Figura 25.

Comparación de las resistencias a compresión promedio de las muestras patrones y suelo cemento elaboradas con los suelos S1 y S2.



CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión:

La clasificación de los suelos en estudio según el sistema SUCS, para cada cantera según la tabla 7 nos muestra que, la cantera de Aylambo Bajo – Cajamarca y Shaullo Chico – Baños del Inca, correspondieron a una clasificación CL y SC-SM respectivamente. El suelo de la cantera Aylambo Bajo cumple con el tipo de suelo que se planteó estudiar en dicha investigación, mientras que el suelo de la cantera Shaullo Chico, no resultó exactamente ser del tipo SC, pero es parte del tipo de suelo que se planteó estudiar.

Los ladrillos de suelo-cemento con adición del 10% de cemento, elaborados con el suelo CL, lograron obtener una resistencia mínima a compresión de 22.61 kg/cm² (2.22 Mpa) y máxima de 28.68 kg/cm² (2.81 Mpa); los que fueron elaborados con el suelo SC-SM, lograron obtener una resistencia mínima a compresión de 31.62 kg/cm² (3.10 Mpa) y máxima de 40.95 kg/cm² (4.02 Mpa). Ambas resistencias se encuentran dentro los parámetros establecidos por la norma NTC 5324 y de acuerdo a nuestro País, la norma peruana E 0.70 Albañilería . De acuerdo a los investigadores Mas y Kirschbaum en el año 2012, dichos valores se encuentran dentro de los parámetros que obtuvieron en su investigación. Se determinó la resistencia promedio de los valores más aceptables para cada tipo de muestra de cada ensayo, tal como se muestra *en el anexo 2*.

Así mismo, los ladrillos de suelo-cemento con adición del 10% de cemento, elaborados con el suelo CL, lograron obtener una resistencia mínima a flexión de 25.29 kg/cm² (2.48 Mpa) y máxima de 51.77 kg/cm² (5.08 Mpa); los que fueron elaborados con el suelo SC-SM, lograron obtener una resistencia mínima a flexión de 26.14 kg/cm² (2.56 Mpa) y máxima de 37.53 kg/cm² (3.68 Mpa). El ladrillo suelo-cemento con más resistencia a flexión, es el ladrillo elaborado con el suelo CL.

La resistencia a compresión promedio para los ladrillos suelo-cemento elaborados con el suelo "CL" es de 25.16 kg/cm² (2.47 Mpa) y con el suelo "SC-SM" es de 37.33 kg/cm² (3.66 Mpa), por lo que el ladrillo suelo-cemento elaborado con el suelo "SC-SM" es un 32.6% más resistente que el ladrillo suelo-cemento elaborado con el suelo "CL". También se determinó para las muestras patrones la resistencia a compresión promedio donde se obtuvo que el ladrillo elaborado con el suelo "CL" tiene un valor de 25.69 kg/cm² y el ladrillo elaborado con el suelo "SC-SM" 16.20 kg/cm²; por lo que el ladrillo patrón elaborado con el suelo "CL" es un 36.9% más resistente que el ladrillo patrón elaborado con el suelo "SC-SM".

La resistencia a flexión promedio para los ladrillos suelo-cemento elaborados con el suelo "CL" es de 38.75 kg/cm² (3.80 Mpa) y con el suelo "SC-SM" es de 30.89 kg/cm² (3.03 Mpa), por lo que el ladrillo suelo-cemento elaborado con el suelo "CL" es un 20.3% más resistente que el ladrillo suelo-cemento elaborado con el suelo "SC-SM". También se determinó para las muestras patrones la resistencia a flexión promedio donde se obtuvo que el ladrillo elaborado con el suelo "CL" tiene un valor de 38.75 kg/cm² y el ladrillo elaborado con el suelo "SC-SM" 12.38 kg/cm²; por lo que el ladrillo patrón elaborado con el suelo "CL" es un 68.1% más resistente que el ladrillo patrón elaborado con el suelo "SC-SM".

En la **tabla N° 18**, se puede apreciar que, para las muestras elaboradas con el suelo "CL", la muestra patrón es un 2% más resistente a la compresión que la muestra de suelo-cemento, siendo un valor insignificante para dicha prueba, en cambio, en la **tabla N° 19**, para el mismo caso, la muestra de suelo-cemento es mayor en un 60.4% respecto a la muestra patrón, dando un porcentaje significativo para la resistencia a flexión. Además, en dichas tablas, se observan las demás comparaciones realizadas con respecto al porcentaje de variación de las muestras analizadas, dando significantes porcentajes de variación.

En los ensayos de resistencia a compresión y flexión, se obtuvieron algunos valores inesperados de algunas muestras, esto ocurrió debido a que las muestras fueron dañadas durante el traslado, desde el local en donde fueron elaboradas, hasta el laboratorio UPN. Por lo que, incluso algunas muestras ya no pudieron ser ensayadas. Es por ello que se consideraron resistencias promedio de las muestras que tienen valores similares en los resultados, descartando a las muestras que tienen valores muy bajos.

Como implicancia de la investigación, tenemos que, el presente estudio sirve como base de datos en cuanto a las propiedades mecánicas de estos suelos y sus propiedades en cuanto a los ensayos de suelos realizados, como sus límites de consistencia, granulometrías y Proctor modificado. Asimismo podemos afirmar que, efectivamente la máquina CINVA RAM, es la herramienta principal y clave para que estos ladrillos de suelo-cemento, sean resistentes y cumplan con las normativas, es por ello, que se debe divulgar el uso de esta máquina, especialmente en las zonas rurales donde el suelo es una fuente de aprovechamiento como material de construcción, el cual, existen manuales de fabricación y uso de esta herramienta; evitando así la construcción de muchas viviendas inestables e inseguras con las que se elaboran actualmente las viviendas. Por otro lado, hubo pocas muestras que presentaron resultados bajos, tal como se muestran **en el anexo 2**, por lo que, que no cumplieron las normativas trabajadas en cuanto a la resistencia a compresión, como lo son la Norma Técnica Colombiana 5324 y la norma UNE 41410.

Conclusiones

El suelo de la cantera de Aylambo Bajo – Cajamarca fue clasificado según el sistema SUCS como un suelo "CL" y el suelo de la cantera Shaullo chico – Baños del Inca fue clasificado como un suelo "SC-SM", además se determinaron los límites de consistencia, las propiedades granulométricas y el óptimo contenido de humedad de cada suelo.

La resistencia a compresión de un ladrillo suelo-cemento (con adición de un 10% de cemento), que ha sido fabricado con el suelo "SC-SM" es de 37.33 kg/cm^2 (3.66 Mpa), mayor en un 32.6% al del ladrillo suelo-cemento que ha sido fabricado con el suelo "CL" que obtuvo una resistencia de 25.16 kg/cm^2 (2.47 Mpa); siendo un porcentaje cercano al valor establecido en la hipótesis de esta investigación.

La resistencia a flexión de un ladrillo suelo-cemento que ha sido fabricado con el suelo "CL" es de 38.75 kg/cm^2 (3.80 Mpa) y con el suelo "SC-SM" es de 30.89 kg/cm^2 (3.03 Mpa) . Por lo tanto, En la resistencia a flexión, el ladrillo suelo-cemento que ha sido fabricado con el suelo "CL" es mayor en un 20.3% al ladrillo que ha sido fabricado con el suelo "SC-SM", siendo el porcentaje muy cercano al planteado en la hipótesis, pero inversamente en el tipo de suelo.

Ambos tipos de suelos usando un porcentaje del 10% de adición de cemento, pueden ser usados para la construcción de viviendas de tierra tal como se mostró en las tablas 16 y 17, siendo de gran importancia contar con la maquina CINVA RAM, para la elaboración de los ladrillos, puesto que, es este el que da la resistencia necesaria a los ladrillos de suelo-cemento debido a su mecanismo.

Los estudios realizados sobre este tema "Ladrillo suelo-cemento", demuestran que estos servirían de gran aporte en las zonas de estudio, para su respectivo aprovechamiento de este y tener una vivienda adecuada y segura ante los fenómenos naturales que se presenten.

REFERENCIAS

1. Acosta, D. (2000). *La mampostería de bloque de suelo - cemento: ¿Tecnología apropiada para la producción masiva de viviendas de interés social? En Revista Tecnología y Construcción*, 5(1) pp.19-30. Obtenido de saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/download/12628/12347.
2. ASTM C-67-05 (2005). *Estándar test methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile*, p.2.
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-cesar-vallejo/concreto-i/astm-c67-norma-americana/20244363>
3. Badillo, E. (1997). *Mecánica de Suelos: Fundamentos de mecánica de suelos*. México: Limusa.
4. Badillo, E. (2005). *MECÁNICA DE SUELOS: FUNDAMENTOS DE MECÁNICA DE SUELOS - TOMO I*. México: Limusa.
5. Bartolomé, A. (2009). *Albañilería de Tierra Cruda – Adobe y tapial*.
Recuperado de <http://textos.pucp.edu.pe/texto/C18-Adobe-Curso-Albanileria-Estructural>.
6. Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación, administración, economía, humanidades y ciencias sociales*.
Grupo Editorial PEARSON EDUCACIÓN
<https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
7. Bolaños, J. (2016). *Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna*. (Tesis de grado académico).
Universidad Privada del Norte, Perú.
8. Caballero, Z.; Martínez, G. (2009). *INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL MATERIAL TIERRA PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDOS – BTC*. Bucaramanga, Santander: Universidad de Santander.
9. Carcedo, M. (2012). *RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADA CON MATERIALES DE SÍLICE DE DIFERENTE TAMAÑO DE PARTICULA*. España: Universidad Politécnica de Madrid.
10. Fondo mi Vivienda. (2009). *ESTUDIO DE MERCADO DE LA VIVIENDA SOCIAL EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA*. Lima – Perú: Fondo MIVIVIENDA S. A.
11. del Castillo, C. C. & Olivares Orozco, S. (2014). *Metodología de la investigación*.
Grupo Editorial Patria.
<https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/ereader/upnorte/39410?page=210>
12. Gatani, M. (2000). *Ladrillos de suelo-cemento: mampuesto tradicional en base a un material sostenible*. En *Revista Informes de la construcción*, 51 (466) pp. 36-47.
Obtenido de

- <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/713/798>
13. Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). LIBRO "ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL". Lima: Fondo Editorial 2005.
 14. Guerra Torralbo, J. C. (2018). *Mecánica de suelos: conceptos básicos y aplicaciones..* Dextra Editorial.
<https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/ereader/upnorte/131540?page=80>
 15. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). Porcentaje de material predominante en paredes exteriores de la vivienda, según condición de pobreza: 2017 [Gráfico].
 16. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. (2008). Suelo Cemento, segunda parte. Obtenido de <http://www.imcyc.com/ct2008/abr08/ingenieria.htm>.
 17. Lou, R. (1981). *MANUAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA CETA – RAM*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
 18. Mas, J & Kirschbaum, C. (2012). *Ensayos de resistencia a la compresión en bloques de suelo – cemento. En Revista Informes de la construcción, 63 (524) pp. 43-48.* Obtenido de <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1287/1370>
 19. Mejía, I. (2014). *Bloque de Adobe Estabilizado y compactado en Cajamarca.* (Tesis de grado académico). Universidad Privada del Norte, Perú.
 20. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2012). *Desarrollo de Cajamarca. Lima.*
 21. Muelas, A. (2015). Mecánica de Suelos y Cimentaciones.
 22. Murillo, E. (2015). Proyecto de una Planta Industrial de Ladrillos Ecológicos del Tipo Suelo-Cemento en Arequipa. (Tesis de grado académico de Maestro en Tecnología de la Construcción). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
 23. NORMA TECNICA DE EDIFICACION E. 070. (2006). *ALBAÑILERIA*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
 24. Quintanilla C. (2006). *Estado del arte del suelo-cemento en estructuras de pavimento. Revista El Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón IBCH.* Obtenido en <https://www.ibch.com/download/el-estado-del-arte-del-suelocemento-en-estructuras-de-pavimentos/>
 25. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, CE-020. (2012). *ESTABILIZACIÓN DE SUELO Y TALUDES*. Lima: Instituto de Construcción y Gerencia.
 26. Rivas, E. (2006). *ENSAYOS DE LABORATORIO NECESARIOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE PAVIMENTOS AFIRMADOS*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
 27. Ríos, E. (2010). *EFECTOS DE LA ADICIÓN DE LÁTEX NATURAL Y JABÓN EN LA RESISTENCIA MECÁNICA Y ABSORCIÓN DEL ADOBE COMPACTADO*. Santa Cruz Xoxocotian; Oaxaca: Instituto Politécnico Nacional

28. Rojas, J. y Vidal, R. (2014). *Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados*. (Tesis de grado académico). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
29. Shuan, L. (2004). *TALLER BÁSICO DE MECÁNICA DE SUELOS*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
30. Voluntarios en Asistencia Técnica (1977). *FABRICACION DE BLOQUES DE CONSTRUCCION CON LA PRENSA CINVA*. Maryland, EE.UU.: Voluntarios en Asistencia Técnica, Inc.
31. Valdivia, J (2016). Factibilidad de implementación del material suelo-cemento como material de construcción para viviendas de bajo costo en el Perú. (Tesis de grado académico). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
32. Villalobos, F. (2016). *Mecánica de suelos (2a. ed.)*. Editorial ebooks Patagonia - Ediciones UCSC.
<https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/ereader/upnorte/196179?page=56>

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico de acuerdo al procedimiento

Fotografía N° 1. Material extraído de la cantera Aylambo Bajo – Cajamarca (S1)



Fotografía N° 2. Material extraído de la cantera Shaullo Chico – Baños del Inca (S2).



Estudio de suelos

Para la elaboración del ladrillo suelo-cemento se realizó el estudio de suelos en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Privada del Norte, con el fin de determinar el tipo de suelo. Para ello se estableció, límite plástico, límite líquido, índice de plasticidad y granulometría en tamizado por lavado y sifonaje.

Teniendo en cuenta el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), utilizando la carta de este sistema y colocando los valores de límite líquido e índice de

plasticidad correspondientes a las muestras se procede a clasificar el tipo de suelo para ambas canteras.

Ensayos de Laboratorio

Límites de consistencia o Atterberg.

Este ensayo nos sirve para clasificar el suelo, se realizará el ensayo de límite líquido, límite plástico y por diferencia se calculó el índice de plasticidad siguiendo la norma (NTP 339.129, 1999).

Determinación del Límite Líquido.

- En una cápsula de porcelana mezclar el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme
- Colocar una porción de la pasta en la copa de Casagrande, nivelar mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1 cm
- En el centro hacer una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra queda dividida en dos partes
- Elevar y caer la copa mediante la manivela a razón de 2 caídas por segundo hasta que las dos mitades de suelo se pongan en contacto en la parte inferior de la ranura y a lo largo de 1.27 cm, registrar el número de golpes.
- Mediante la cápsula retirar la porción de suelo que se ha puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y colocarlo en una tara para determinar su contenido de humedad.
- Retirar el suelo de la copa de Casagrande y colocar en la capsula de porcelana, agregar agua si el número de golpes del ensayo anterior ha sido alto, o agregar suelo si el número de golpes ha sido bajo. (el número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35)
- Lavar y secar el acanalador

- Repetir el ensayo minimo 2 veces
- Dibujar a curva de fluidez (la recta) en escala semilogarítmica, en el eje de las abscisas se registrará el número de golpes en escala logarítmica, en el eje de ordenadas los contenidos de humedad en escala natural.
- Determinar la ordenada correspondiente a los 25 golpes en la curva de fluidez, este valor será el límite líquido del suelo.

Fotografía N° 3. Ensayo de limite liquido de los suelos S1 y S2.



Determinación del Límite Plástico.

- A la porción de la mezcla preparada para el límite liquido agregar suelo seco de tal manera que la pasta baje su contenido de humedad.
- Enrollar la muestra con la mano sobre una placa de vidrio hasta obtener cilindros de 3 mm de diámetro y que presenten agrietamientos, determinar su contenido de humedad.
- Repetir el ensayo una vez más
- El límite plástico es el promedio de los 2 valores de contenidos de humedad.

Fotografía N° 4. Ensayo de limite plástico de los suelos s1 y s2.



Granulometría

Granulometría en tamizado por lavado

El análisis granulométrico nos sirve para saber la composición de tamaño de las partículas del suelo, se realizó por el método de lavado siguiendo la norma NTP 339.128, 1999.

Para realizar el lavado en el tamiz N° 200 se dejó la muestra seca en un recipiente con agua durante algunas horas, luego se realizó el lavado usando el tamiz indicado y el material retenido en el tamiz N° 200 se retiró y se llevó al horno durante 24 horas a una temperatura de 110 °C. Se tamizo la muestra seca por el juego de tamices, agitando en forma manual, determinando los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz.

Fotografía N° 5. Lavado del material por el tamiz N° 200 de los suelos s1 y s2.



Fotografía N° 6. Ensayo granulométrico en tamizado por lavado de los suelos s1 y s2.



El análisis granulométrico tamizado por sifonaje, nos sirve para saber la cantidad de limo y la cantidad de arcilla que contiene una muestra de suelo, para ello se tuvo en cuenta la norma ASTM D421. Los pasos para determinar dichos parámetros son los siguientes:

- Separar el material mediante la malla N° 10, el material retenido es grava, el material que pasa es arena y arcilla.
- Pesar el material retenido en la malla N° 10

- Pesar el material que pasa la malla N° 10, colocar en la cápsula de porcelana, agregar agua, 5 ml, de silicato de sodio y mezclar.
- Trasladar la muestra a un agitador mecánico y dejar 15 minutos.
- Vaciar la mezcla del agitar a una probeta de 1000 ml luego agregar agua hasta una altura de 20 cm, agitar durante 1 minuto.
- Dejar reposar la probeta con la muestra durante 15 minutos si se considera que los tamaños de las partículas del limo están comprendidos entre 0.075 mm y 0.005 mm, durante 30 minutos si se considera que los tamaños de las partículas del limo están comprendidos entre 0.075 mm y 0.002 mm, durante 20 minutos si se considera que los tamaños de las partículas del limo están comprendidos entre 0.05 mm y 0.005 mm.
- Colocar el disco metálico en la probeta hasta donde se encuentra el material sedimentado, luego sifonear con la manguera el agua con el material que quedado en suspensión.
- Sacar la muestra sedimentada, secar en la estufa durante 24 horas a 105 °C.
- Pesar la muestra seca (W_s)
- Determinar la cantidad de arcilla por diferencias de pesos W arcilla.
- La muestra sedimentada seca se tamiza en las mallas N° 40 y N° 200.
- El material retenido en la malla N° 40 es arena gruesa.
- El material que pasa la malla N° 40 y se retiene en la malla N° 200 es arena fina.
- El material que pasa la malla N° 200 es limo.

Fotografía N° 7. Ensayo de granulometría en tamizado por sifonaje de los suelos S1 y S2, en compañía del asesor profesional Ing. Gabriel Cachi Cerna.



Ensayo de Proctor.

Para este ensayo se secó el material durante 2 días y se utilizara el método que corresponda al pasar el material seco por la malla número 4, se determinara el porcentaje retenido si es mayor o menor al 20%. Este ensayo se realizará siguiendo la norma (NTP 339-141, 1999).

Luego se realizó la compactación de la muestra patrón para los dos suelos en estudio y de la muestra con adición en porcentajes de 10% de cemento para los dos suelos en estudio.

Los pasos son para obtener los datos son los siguientes:

- Obtener la muestra seca para el ensayo, de acuerdo a utilizar (método A, B o C).
- Preparar 5 muestras con una determinada cantidad de agua, de tal manera que el contenido de humedad de cada una de ellas varíe aproximadamente en $\frac{1}{4}$ % entre ellas.
- Ensamblar el molde cilíndrico con la placa de base y el collar de extensión y el papel filtro.

- Compactar cada muestra en 5 capas y cada capa con 25 o 56 golpes (depende del método A, B o C), al terminar de compactar la última capa, se retira el collar de extensión, se enrasa con la espátula y se determina la densidad húmeda (D_h).
- Determinar el contenido de humedad de cada muestra compactada ($W \%$), utilizando muestras representativas de la parte superior e inferior.
- Determinar las densidades secas de cada muestra compactada (D_s), usando la **ecuación 2**.
- Dibujar la curva de compactación en escala natural, el dato del contenido de humedad se registra en el eje de abscisas y los datos de densidad seca en el eje de ordenadas.
- Determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

Datos iniciales tomados en gabinete:

- Peso de la muestra seca: 16.00 kg
- Altura del pistón: 18.00 pies ó 45.72 cm
- Peso del pistón: 10.00 lb ó 4.54 kg
- Altura del molde: 11.64 cm
- Diámetro del molde: 10.12 cm

Fotografía N° 8. Ensayo de Proctor modificado de los suelos S1 Y S2 sin adición, en compañía de un asesor profesional.



Fotografía N° 9. Ensayo de Proctor modificado de los suelos S1 Y S2 con adición del 10% de cemento.



Clasificación de Suelos

Una vez conocidas las características de los suelos, teniendo en cuenta el sistema de clasificación SUCS descrito en la Tabla 1, se procede a determinar el tipo de suelo de cada cantera, con los datos obtenidos de los ensayos realizados de limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad y análisis granulométrico en tamizado por lavado; se procede a usar el protocolo de clasificación SUCS según la Norma NTP 339.134-1999 e identificar el tipo de suelo de cada cantera.

Fabricación de los ladrillos

Procederemos a la fabricación de los ladrillos patrones y del ladrillo suelo-cemento, para las muestras patrones solo se adicionará la cantidad optima de humedad y para las muestras suelo-cemento, se dosificará con el 10% de adición de cemento del peso del ladrillo para cada muestra de suelo y mezclando los materiales en volúmenes aparentes en estado seco, adicionando la cantidad de agua optima, para obtener una mezcla de bajo contenido de humedad y de aspecto casi seco.

Los ladrillos no se fabricarán en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte por el poco espacio que este presenta, para ello se usará un ambiente de una vivienda que no exista presencia de humedad para no alterar las muestras.

Este ambiente cuenta con el espacio suficiente para la elaboración de los ladrillos suelo-cemento, el piso es de suelo natural y además es un ambiente seguro, donde las muestras no pueden ser manipuladas por otras personas y malogren dichas muestras.

Con los datos que se obtuvieron en el laboratorio se fabricó los ladrillos suelo-cemento en dicho ambiente, en total se elaboró 64 ladrillos entre la muestra patrón y muestras con porcentaje de 10% de adición de cemento. Se preparó la mezcla en carretillas para evitar que la muestra se desperdicie y se contamine, luego, se mezcló la cantidad de material que entra por ladrillo en la máquina CINVA-RAM.

Se realizó los siguientes pasos para la elaboración de los ladrillos patrones y ladrillos suelo-cemento.

Se dejó secar el material a aire libre

Una vez secado, se pesó 9 kg de los suelos S1 y S2 separándolos en bolsas, tanto para las muestras patrones como para las muestras con adición de cemento, a la vez se separó también la cantidad de cemento que se usó para los ladrillos suelo-cemento en bolsas, en este caso el 10%, que sería 0.9 Kg.

Fotografía N° 10. Separación y colocación de muestras y cemento en bolsas.



Se uso una tina para realizar el mezclado de los suelos S1 y S2, con el contenido óptimo de humedad para los suelos patrones y con adición de cemento para los ladrillos de suelo-cemento, dejándolos en dichas bolsas humedecidas para que no altere el contenido de humedad al realizar los ladrillos con la maquina CINVA-RAM. Para los ladrillos de suelo-cemento se realizó la mezcla y ahí mismo se colocó a la máquina, ya que el cemento tiende a endurecer rápidamente al contacto con el agua.

Fotografía N° 11. Mezclado de muestras patrón y con adición de cemento.



Fotografía N° 12. Colocación de la cantidad optima de agua para cada suelo.



Se coloca el material de los suelos S1 y S2, patrones y con adición de cemento en la maquina CINVA RAM, compactando de manera uniforme y con pleno cuidado en el uso de este.

Fotografía N° 13. Llenado del material a la maquina CINVA RAM.



Fotografía N° 14. Fabricación y compactación del ladrillo con la maquina CINVA RAM.



Se saca la muestra teniendo mucho cuidado para que no se vaya a dañar y se retira de la maquina usando las palmas de la mano con una presión adecuada, para que no se vaya a deformar o partir por excesiva fuerza. A la vez se trasladó al lugar donde se dejaron secar los ladrillos, dejándolo en plataformas uniformes para que no se produzca deformaciones.

Fotografía N° 15. Extracción del ladrillo fabricado con la maquina CINVA RAM.



Fotografía N° 16. Retiro y colocación de la muestra en ambiente seguro.



Fotografía N° 17. Supervisión del asesor profesional Ing. Gabriel Cachi Cerna en la elaboración de los ladrillos



Se protegerá con una manta de la intemperie para evitar que el viento genere rajaduras, el secado será durante 28 días.

Para los ladrillos suelo-cemento se realizó el curado de 7 días para evitar rajaduras por el contenido del cemento, dicho curado fue con pocas cantidades de agua, de tal manera que la muestra no presente demasiada humedad.

Fotografía N° 18. Curado de los ladrillos suelo-cemento después de las 24 horas de elaboración.



Luego de los 28 días se procedió a identificar cada muestra para cada variable a analizar, y los ladrillos de suelo-cemento que se ensayaran a compresión se llevaron a cortar por la mitad, para luego ser apilados como lo explica la norma NTC 5324. El cortado se realizó con amoladora usando disco de 9 pulgadas para que el cortado sea exitoso y evitar que las muestras no se rompan completamente.

Fotografía N° 19. Curado de los ladrillos suelo-cemento después de las 24 horas de elaboración.



- Una vez cortada las muestras se apilaron mediante mortero, con un espesor no máximo a 1 cm, tal como especifica la norma NTC 5324, para ello se humedeció las caras

que se unirán, durante 15 minutos para que se adhieran bien al apilarlo. El mortero que se considero fue de arena-cemento con relación 1:3.

Fotografía N° 20. Humedecimiento de caras de unión de los ladrillos.



Fotografía N° 21. Apilado de ladrillos para ensayar a compresión.



- Luego de 3 días se llevó a laboratorio para obtener las medidas de las muestras y luego de ello someterlas a los ensayos de compresión y flexión respectivamente en la maquina compresora.

Fotografía N° 22. Toma de medidas de las muestras



(1) Ensayo a Compresión

Los ensayos a compresión, nos sirve para determinar la resistencia que presentan las muestras a analizar, para ello se tuvo en cuenta la norma NTC 5324, puesto que, esta norma hace referencia a los bloques de suelo cemento para construcción de muros. Por otra parte, se ensayaron las muestras patrones siguiendo la norma UNE 41401, tal y como se describió anteriormente en los conceptos.

Fotografía N° 23. Ruptura de muestras en la maquina compresora.



Fotografía N° 24. Supervisión del asesor profesional Ing. Gabriel Cachi Cerna en la ruptura de las muestras.



(2) Ensayo a Flexión

Los ensayos a flexión, nos sirve para determinar la resistencia a flexión de elementos, en este caso de nuestro ladrillo suelo-cemento, para ello se tuvo como referencia la norma ASTM C293.

Fotografía N° 25. Ensayo a flexión de las muestras.



Anexo 2. Muestras consideradas para determinar el promedio.

RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESION DEL LADRILLO SUELO-CEMENTO ELABORADO CON EL SUELO S1.

Código del espécimen	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (Mpa)	Promedio (Mpa)	Promedio (kg/cm ²)
M1	27.91	2.74		
M2	22.61	2.22		
M3	19.56	1.92		
M4	28.68	2.81	2.47	25.16
M5	25.18	2.47		
M6	23.24	2.28		
M7	18.26	1.79		
M8	23.34	2.29		

Nota: Las muestras M3 y M7, no se están considerando para el promedio, puesto que son los valores más bajos con respecto a las demás muestras.

RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESION DEL LADRILLO SUELO-CEMENTO ELABORADO CON EL SUELO S2.

Código del espécimen	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (Mpa)	Promedio (Mpa)	Promedio (kg/cm ²)
M1	27.87	2.73		
M2	39.41	3.87		
M3	40.95	4.02		
M4	23.22	2.28	3.66	37.33
M5	31.62	3.10		
M6	27.80	2.73		
M7		(*)		
M8		(*)		

Nota: Las muestras M1, M4 y M6, no se están considerando para el promedio, puesto que son los valores más bajos con respecto a las demás muestras. (*) Estas muestras no se ensayaron porque fueron dañadas y no aprobadas por el técnico de laboratorio.

RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESION DEL LADRILLO PATRÓN
 ELABORADO CON EL SUELO S1.

Código del espécimen	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (Mpa)	Promedio (Mpa)	Promedio (kg/cm ²)
M1	46.75	4.58		
M2	26.69	2.62		
M3	14.69	1.44		
M4	17.90	1.76		
M5	16.72	1.64	2.52	25.69
M6	14.75	1.45		
M7	20.37	2.00		
M8	13.49	1.32		

Nota: Las muestras M3, M6 y M7, no se están considerando para el promedio, puesto que son los valores más bajos con respecto a las demás muestras.

RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESION DEL LADRILLO PATRÓN

ELABORADO CON EL SUELO S2.

Código del espécimen	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (Mpa)	Promedio (Mpa)	Promedio (kg/cm ²)
M1	14.96	1.47		
M2	13.18	1.29		
M3	16.98	1.67		
M4		(*)		
M5	16.67	1.63	1.59	16.20
M6	12.80	1.25		
M7	10.20	1.00		
M8		(*)		

Nota: Las muestras M2, M6 y M7, no se están considerando para el promedio, puesto que son los valores más bajos con respecto a las demás muestras. (*) Estas muestras no se ensayaron porque fueron dañadas y no aprobadas por el técnico de laboratorio.

RESISTENCIA PROMEDIO A FLEXIÓN DEL LADRILLO SUELO-CEMENTO

ELABORADO CON EL SUELO S1.

Código del espécimen	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (Mpa)	Promedio (Mpa)	Promedio (kg/cm ²)
M1+10%C	39.08	3.83		
M2+10%C	26.03	2.55		
M3+10%C	18.19	1.78		
M4+10%C	25.29	2.48		
M5+10%C	51.55	5.06	3.80	38.75
M6+10%C	51.77	5.08		
M7+10%C	14.65	1.44		
M8+10%C	14.07	1.38		

Nota: Las muestras M3, M7 y M8, no se están considerando para el promedio, puesto que son los valores más bajos con respecto a las demás muestras.

**RESISTENCIA PROMEDIO A FLEXIÓN DEL LADRILLO SUELO-CEMENTO
 ELABORADO CON EL SUELO S2.**

Código del espécimen	Esfuerzo (kg/cm²)	Esfuerzo (Mpa)	Promedio (Mpa)	Promedio (kg/cm²)
M1+10%C	26.46	2.59		
M2+10%C	22.67	2.22		
M3+10%C	33.43	3.28		
M4		(*)		
M5+10%C	15.51	1.52	3.03	30.89
M6+10%C	26.14	2.56		
M7+10%C	37.53	3.68		
M8		(*)		

Nota: Las muestras M2, y M5, no se están considerando para el promedio, puesto que son los valores más bajos con respecto a las demás muestras. (*) Estas muestras no se ensayaron porque fueron dañadas y no aprobadas por el técnico de laboratorio.

RESISTENCIA PROMEDIO A FLEXIÓN DEL LADRILLO PATRÓN

ELABORADO CON EL SUELO S1.

Código del espécimen	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (Mpa)	Promedio (Mpa)	Promedio (kg/cm ²)
M1	5.23	0.51		
M2	9.34	0.92		
M3	12.61	1.24		
M4	15.14	1.48		
M5		(*)	1.21	12.38
M6		(*)		
M7	11.04	1.08		
M8	10.72	1.05		

Nota: Las muestras M1, y M2, no se están considerando para el promedio, puesto que son los valores más bajos con respecto a las demás muestras. (*) Estas muestras no se ensayaron porque fueron dañadas y no aprobadas por el técnico de laboratorio.

RESISTENCIA PROMEDIO A FLEXIÓN DEL LADRILLO PATRÓN

ELABORADO CON EL SUELO S2.

Código del espécimen	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (Mpa)	Elasticidad (Kg/cm ²)	Promedio (Mpa)	Promedio (kg/cm ²)
M1	8.80	0.86	863.94		
M2	9.41	0.92	693.86		
M3	5.25	0.51	496.10		
M4		(*)		0.92	9.43
M5	10.08	0.99	1491.63		
M6		(*)			
M7	6.46	0.63	1004.00		
M8		(*)			

Nota: Las muestras M3, y M7, no se están considerando para el promedio, puesto que son los valores más bajos con respecto a las demás muestras. (*) Estas muestras no se ensayaron porque fueron dañadas y no aprobadas por el técnico de laboratorio.

PORCENTAJE DE VARIACION DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO CON RESPECTO AL VALOR MAS ALTO DE LOS LADRILLOS SUELO-CEMENTO.

MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO		
	SUELO CL	SUELO SC-SM
Resistencia a compresión promedio (kg/cm²)	25.16	37.33
Variación (%)	32.6%	

PORCENTAJE DE VARIACION DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO CON RESPECTO AL VALOR MAS ALTO DE LOS LADRILLOS PATRONES.

MUESTRAS DE SUELO PATRÓN		
	SUELO CL	SUELO SC-SM
Resistencia a compresión promedio (kg/cm²)	25.69	16.20
Variación (%)	36.9%	

PORCENTAJE DE VARIACION DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO CON RESPECTO AL VALOR MAS ALTO DE LOS LADRILLOS PATRONES Y SUELO-CEMENTO.

MUESTRAS ELABORADAS CON SUELO CL		
	SUELO-CEMENTO	PATRÓN
Resistencia a compresión promedio (kg/cm²)	25.16	25.69
Variación (%)	2.1%	

MUESTRAS ELABORADAS CON SUELO SC-SM		
	SUELO-CEMENTO	PATRÓN
Resistencia a compresión promedio (kg/cm²)	37.33	16.20
Variación (%)	56.6%	

PORCENTAJE DE VARIACION DE RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO CON RESPECTO AL VALOR MAS ALTO DE LOS LADRILLOS SUELO-CEMENTO

MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO		
	SUELO CL	SUELO SC-SM
Resistencia a flexión promedio (kg/cm²)	38.75	30.89
Variación (%)	20.3%	

PORCENTAJE DE VARIACION DE RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO CON RESPECTO AL VALOR MAS ALTO DE LOS LADRILLOS PATRONES.

MUESTRAS DE SUELO PATRÓN

	SUELO CL	SUELO SC-SM
Resistencia a flexión promedio (kg/cm²)	12.38	9.43
Variación (%)	23.8%	

PORCENTAJE DE VARIACION DE RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO
 CON RESPECTO AL VALOR MAS ALTO DE LOS LADRILLOS PATRONES Y
 SUELO-CEMENTO.

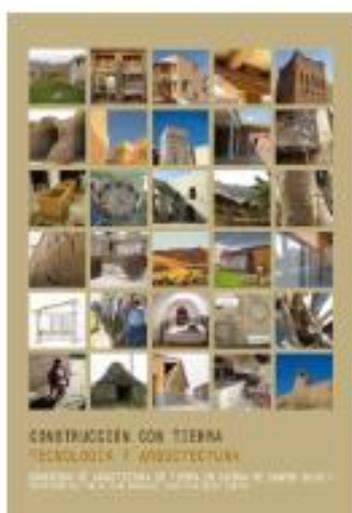
**MUESTRAS ELABORADAS CON
 SUELO CL**

	SUELO- CEMENTO	PATRÓN
Resistencia a flexión promedio (kg/cm²)	38.75	12.38
Variación (%)	68.1%	

**MUESTRAS ELABORADAS CON
 SUELO SC-SM**

	SUELO- CEMENTO	PATRÓN
Resistencia a flexión promedio (kg/cm²)	30.89	9.43
Variación (%)	69.5%	

Anexo 3. Normas consideradas en la Investigación: NTC 5324 Y UNE 41410.



Construcción con Tierra Tecnología y arquitectura

Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos
2010/2011.

Coordinadores: Félix Jové Sandoval, José Luis Sáinz Guerra.

ISBN: 978-84-694-8107-3

D.L.: VA673-2011

Impreso en España

Septiembre de 2011

Publicación online.

Para citar este artículo:

CID FALCETO, Jaime; FOUAD, Ahmed W.; RUIZ MAZARRÓN, Fernando; CAÑAS GUERRERO, I.
"Características mecánicas del BTC. Estudio de los ensayos a compresión". En: *Construcción con Tierra. Tecnología y Arquitectura. Congresos de arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2010/2011*. [online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid, 2011. P. 187-192. Disponible en internet: http://www5.uva.es/ceinot/terma/publicaciones/online/htm/2011/2011_9788469481073_p187-192_cid.pdf

URL de la publicación: <http://www5.uva.es/ceinot/terma/publicaciones.html>

Este artículo sólo puede ser utilizado para la investigación, la docencia y para fines privados de estudio. Cualquier reproducción parcial o total, redistribución, reventa, préstamo o concesión de licencias, la oferta sistemática o distribución en cualquier otra forma a cualquier persona está expresamente prohibida sin previa autorización por escrito del autor. El editor no se hace responsable de ninguna pérdida, acciones, demandas, procedimientos, costes o daños cualesquiera, causados o surgidos directa o indirectamente del uso de este material.

This article may be used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

Copyright © Todos los derechos reservados

© de los textos: sus autores.

© de las imágenes: sus autores o sus referencias.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL BTC. ESTUDIO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN

VII Congreso de Tierra en Cuenca de Campos, Valladolid, 2010

Jaime Cid Falceto, Ingeniero Agrónomo
W. Ahmed Fouad, Ingeniero Agrónomo
Fernando Ruiz Mazarrón, Dr. Ingeniero Agrónomo
I. Cañas Guerrero, Dr. Ingeniero Agrónomo*

*Universidad Politécnica de Madrid. UPM. España.
E.T.S.I. Agrónomos. Dpto. de Construcción y Vías Rurales
Grupo de investigación "Patrimonio, documentación gráfica y construcción agroforestal"*

PALABRAS CLAVE: compresión, bloque de tierra comprimida, ensayos

Introducción

Durante mucho tiempo la construcción en tierra ha sido un sistema constructivo tradicionalmente abandonado, sin embargo, en toda Europa (especialmente organismos e instituciones de Francia, España, Alemania, Italia, entre otros países europeos), Canadá, Estados Unidos y Latinoamérica se está planteando como una innovación el estudio y mejora de las características de la construcción con tierra.

El conocimiento sobre el material, las técnicas constructivas y su normalización en este campo pretende potenciar su valor, sobre todo en donde la arquitectura utiliza la tierra como

una solución sostenible, viable y en los últimos años por aumentar el interés para rehabilitar el patrimonio ya existente.

El estudio de las características mecánicas de los bloques de tierra comprimido (BTC) a través de los ensayos de compresión es de gran interés para este tipo de técnicas con tierra. En esta comunicación se analizarán los diversos métodos de ensayos a compresión propuestos en el ámbito internacional y los resultados obtenidos en laboratorio para homogeneizar este ensayo, tan común para otros materiales, pero que en la actualidad hace difícil la comparación entre los diferentes materiales de tierra.

CONSTRUCCIÓN CON TIERRA.

Se ha llevado a cabo dentro del marco del proyecto de investigación BIA2005-09170: "Desarrollo de materiales para construcción rural a base de tierra: adobe, bloque comprimido, tapia y tierra vertida" financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia.

¿Que nos dicen las normas técnicas de construcción con tierra?

Muchos países disponen hoy en día, de normas para los bloques de tierra comprimido publicadas por los Organismos Nacionales de Normalización. Como Brasil, Colombia, España, India, Kenia, Túnez o las normas regionales africanas, pero todos ellos con diferencias notables en sus procedimientos de ensayo e interpretación de resultados. A continuación se analizan los requisitos, criterios y resultados.

La norma Colombiana (ICONTEC 2004) clasifica los bloques por su resistencia mecánica mínima a la compresión seca y húmeda.

	BSC 20	BSC 40	BSC 60
Seca	2	4	6
Húmeda	1	2	3

Tabla 1: Valores de compresión según norma NTC 5324.

Estos valores son aplicables a bloques de suelo-cemento enteros sin huecos ni perforaciones. Todos los valores no deben ser inferiores a 0,8 veces cualquiera de los valores descritos en la tabla 1.

Algunas especificaciones en el proceso de compresión son:

- Tipo de muestra: bloque partido unido mediante junta de mortero.
 - Número de muestras: 5 piezas.
 - Junta de mortero: capa de mortero de cemento de 10 mm de espesor máximo.
 - Velocidad de carga constante 0,02 mm/s o lo correspondiente a un aumento de presión 0.15-0.25 MPa/s.
 - Valores de compresión (Tabla 1).
 - Acondicionamiento superficie: sin especificar.
- Este procedimiento de ensayo es similar, al descrito por la norma experimental francesa XP P13-901 (AFNOR 2001).

Para la norma española UNE 41410 (AENOR 2005), clasifica los bloques en tres tipologías. Todos los valores no deben ser inferiores a 0,8 veces cualquiera de los valores descritos en la tabla 2.

	BTC 1	BTC 3	BTC 5
Seca	1,3	3	5

Tabla 2: Valores de compresión según norma UNE 41410.

Especificaciones del proceso:

- Tipo de muestra: bloque entero.
- Número de muestras: sin especificar.
- Junta de mortero: sin especificar.
- Velocidad de carga según norma UNE 772-1:2002.
- Valores de compresión (Tabla 2).
- Acondicionamiento superficie: sin especificar.

En el conjunto de normas NBR brasileñas (ABNT 1986-1996), la media de dos valores de compresión no debe ser menor a 2 N/mm².

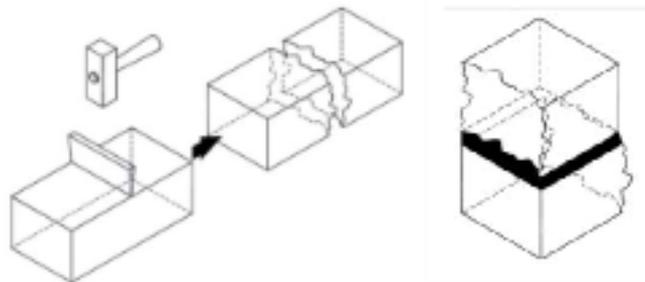
Especificaciones del proceso:

- Tipo de muestra: bloque partido unido mediante junta de mortero.
- Número de muestras: 13 bloques por lote.
- Junta de mortero: sin especificar.
- Aplicación de carga 500 N/s (30 kN/min).
- Valores de compresión: mayor a 2 N/mm².
- Acondicionamiento superficie: sin especificar.

La norma IS 1725 (BIS 1962) los valores de compresión mínimos para sus bloques son 2 MPa – 3 MPa para las clases 20-30 respectivamente y no deben ser valores de compresión menores al 20% de los recomendados.

Especificaciones del proceso:

- Tipo de muestra: bloque entero.
- Número de muestras: sin especificar.
- Junta de mortero: sin especificar.
- Aplicación de carga sin especificar.
- Valores de compresión: mayor a 2 -3 N/mm², según clases.
- Acondicionamiento superficie: sin especificar.



En la norma KS 02-1070 (KEBS 1993) se contempla dos tipos de compresión, seca ($2,5 \text{ N/mm}^2$) y húmeda ($1,5 \text{ N/mm}^2$) con un curado a los 28 días de la pieza.

Especificaciones del proceso:

- Tipo de muestra: bloque entero.
- Número total de muestras 10 (5 muestras compresión seca / 5 muestras compresión húmeda).
- Junta de mortero: sin especificar.
- Velocidad de carga 150 kN/min .
- Valores de compresión: $1,5 - 2,5 \text{ N/mm}^2$.
- Acondicionamiento superficie: colocar tablero de madera de 3 mm de espesor en caras del bloque.

Las normas NT (INNORPI 1996a, INNORPI 1996b) y las normas regionales africanas (ARSO 1996) no especifican el método de ensayo, solamente indican los valores de compresión aptos para las tres categorías de bloques ordinarios existentes. Los valores de compresión en seco deben ser mayores de $2/4/6 \text{ N/mm}^2$ según categoría y si se aplica una compresión en húmedo se aceptan valores superiores a $1/2/3 \text{ N/mm}^2$.

Especificaciones del proceso:

- Tipo de muestra: bloque entero.
- Número de muestras: sin especificar.
- Junta de mortero: sin especificar.
- Aplicación de carga sin especificar.
- Valores de compresión: mayor a $2/3/6 \text{ N/mm}^2$, según categorías.
- Acondicionamiento superficie: sin especificar.

Análisis de las variables en laboratorio

Tras el estudio de los procedimientos y especificaciones descritas en las normas para bloques de tierra comprimida, se iniciaron los ensayos de laboratorio con un material más homogéneo en composición y similar a los bloques de tierra comprimida. Para ello se usaron ladrillos de distintas casas comerciales con las mismas condiciones.

En el gráfico 1 algunos de los valores de compresión de muestras enteras sin refrentar y muestras ensayadas conforme a norma KS 02-1070. Mientras que en el gráfico 2, se comparan muestras ensayadas con dos refrentados diferentes.

Cuando se ensaya con madera en ambas caras de la muestra, la madera utilizada será nueva, valiendo únicamente para un solo uso. La reutilización de madera supone una dispersión de los valores de compresión.

Al comparar estos dos procedimientos se muestran unos datos más homogéneos para el ensayo con madera de 3 mm que en el caso del mortero. Uno de los factores que puede influir en estos resultados es la realización de la mezcla del mortero.

Tras el trabajo desarrollado en gabinete y posteriormente en laboratorio, se observan grandes diferencias en los procedimientos y criterios de ensayo, ausencia de especificaciones para este tipo de ensayos (Tabla 3), por lo que no se puede comparar resultados ya que se describen procedimientos de ensayo diferentes.

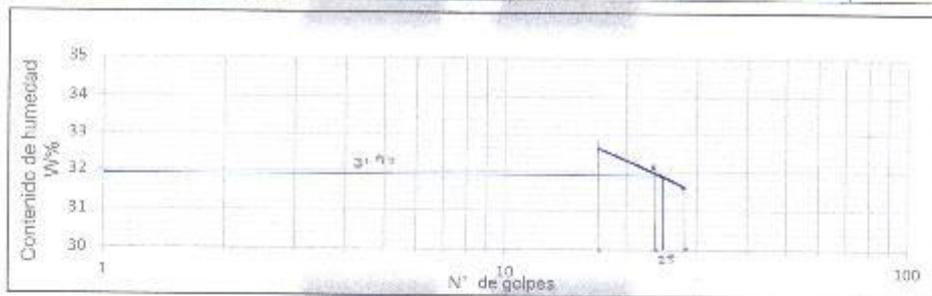
Anexo 4. Protocolos de los ensayos realizados del suelo 1 (S1) y del suelo 2 (S2)

ENSAYOS DE SUELOS DE LAS MUESTRAS DEL SUELO S1 Y S2

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 - NTP E111		LP-LS-UPNC:
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. MUESTRA:	SUELO 1 (S1)	TIPO DE MATERIAL:	Arcillas y limos
UBICACIÓN:	Ayubambas Bajo - C	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE MUESTREO:	18/09/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
FECHA DE ENSAYO:	25/09/2022	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazán

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	T1	T2	T3	-	-
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	44.8	42.6	40.5	-	-
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	40.6	39.0	37.4	-	-
D	Peso de Recipiente	gr	27.7	27.8	27.6	-	-
E	Peso del Agua	gr	4.2	3.6	3.1	-	-
F	Peso Suelo Saco	gr	12.90	11.20	9.80	-	-
G	Número de Golpes	N	18	24	28	-	-
H	Contenido de Humedad	%	32.6	32.1	31.6	-	-

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	T5	T6	T7	-	-
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	27.0	27.9	28.0	-	-
C	Suelo Seco + Tara	gr	31.0	31.9	31.7	-	-
D	Peso de Tara	gr	30.4	31.3	31.1	-	-
E	Peso del Agua	gr	0.60	0.60	0.60	-	-
F	Peso Suelo Seco	gr	3.4	3.4	3.1	-	-
G	Contenido de Humedad	%	17.6	17.6	19.4	-	-
H	Promedio Limite Plástico		18.2			-	-

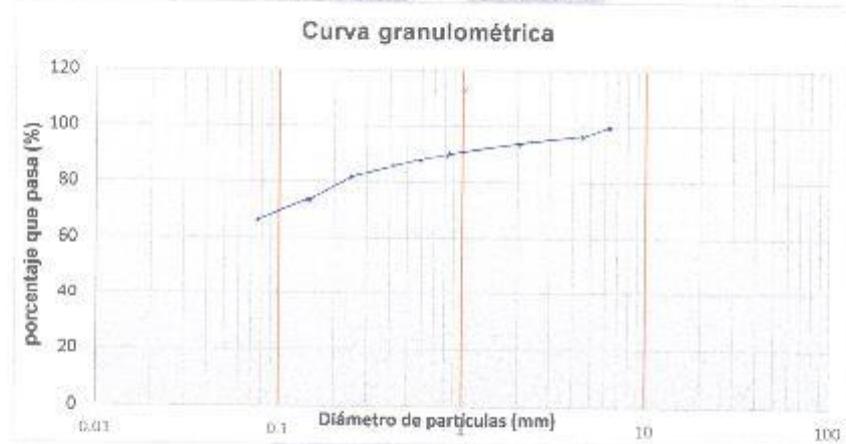


OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin S. Acuña Vera	NOMBRE: Ing. Cesar Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/09/2022

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
PROTOCOLO		
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTL-LS-UPNC
NORMA:	ASTM D421	
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. MUESTRA:	SUELO 1 (S1)	TIPO DE MATERIAL: Arcillas y Limo
UBICACIÓN:	Bylamba Bajo-C.	COLOR DE MATERIAL: Amarillo oscuro
FECHA DE MUESTREO:	18/09/2022	RESPONSABLE: Martín Smith Acuña Vera
FECHA DE ENSAYO:	25/09/2022	REVISADO POR: Ing. Henry J. Villanueva Balcán

Peso de muestra seca; Ws 500.00 gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO					
Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4.76	20.4	4.08	4.08	95.92
Nº10	2	19.5	3.90	7.98	92.02
Nº20	0.84	15.9	3.08	11.06	88.94
Nº30	0.60	8.0	1.60	12.66	87.34
Nº40	0.42	10.1	2.02	14.68	85.32
Nº60	0.25	25.5	5.10	19.78	80.22
Nº100	0.15	35.8	7.16	26.94	73.06
Nº200	0.074	40.8	8.16	35.10	64.90
Perdida	Lavado	329.50	64.90	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martín S. Acuña Vera	NOMBRE: Ing. César Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022

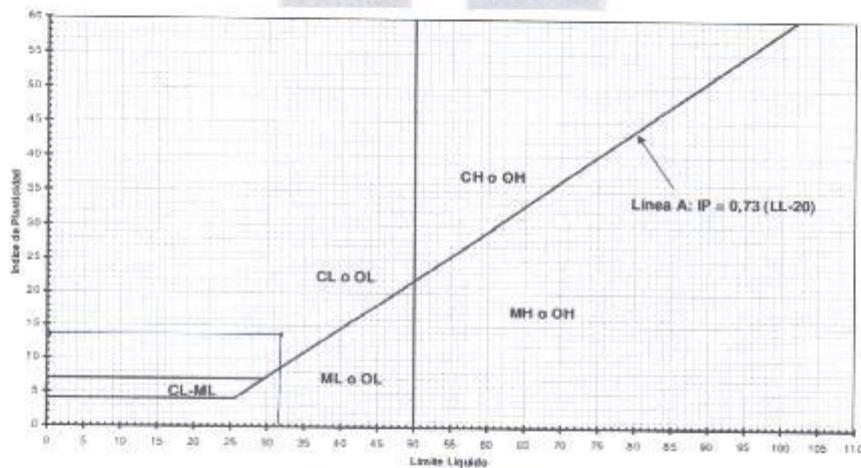
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:		CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADOS SUCS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: SUCS-LS-UPNC:	
NORMA:		ASTM D2487 / NTP 338.134			
TESIS:		RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL			
ID MUESTRA:	SUELO 1 (SC)	TIPO DE MATERIAL:	Arcillas y Limos		
UBICACIÓN:	Ayabamba Bajo - C.	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo escaso		
FECHA DE MUESTREO:	18/04/2022	RESPONSABLE:	Martín Smith Acuña Vera		
FECHA DE ENSAYO:	23/04/2022	REVISADO POR:	Ing Henry J. Villanueva Barón		

DIVISIONES PRINCIPALES			SÍMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien graduadas, mezclas grava - arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz N°200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:	Cu = D80 / D10 + 4 Cc = (D30)² / D10 * D60 entre 1 y 3	
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava - arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW	
		GRAVAS CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo		Limites de atterberg debajo de la línea A o IP < 4	Encima de la línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Limites de atterberg sobre la línea A con IP > 7	
Más de la mitad del material retenido en el tamiz N° 200	ARENAS	ARENAS LIMPIAS	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	< 3% - (GW,GP,SW,SP) < 12% - (GM,GC,SM,SC) 5 al 12% - casos límite que requieren usar doble símbolo	Cu = D60 / D10 + 6 Cc = (D30)² / D10 * D60 entre 1 y 3	
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW	
		ARENAS CON FINOS (apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Limites de atterberg debajo de la línea A o IP < 4	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de doble símbolo.
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena - arcilla.		Limites de atterberg sobre la línea A con IP > 7	

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martín Smith Acuña Vera	NOMBRE: Cesar Valdeira Chavez	NOMBRE: Ing Henry J. Villanueva B
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADOS SUCS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: SUCS-LS-UPNC:	
NORMA:	ASTM D2487 / NTP 339.134		
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXION DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID MUESTRA:	SUELO 1 (S1)	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla y Limo
UBICACIÓN:	Ayabaco Bajo-C.	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE MUESTREO:	18/04/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
FECHA DE ENSAYO:	25/04/2022	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazán

SUELOS DE GRANO FINO	LIMOS Y ARCILLAS		ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad
	Más de la mitad del material pasa por el tamiz N° 200	LÍMITE LÍQUIDO < 50	LIMOS Y ARCILLAS	CL
LÍMITE LÍQUIDO > 50		OL		Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad
Suelos muy Orgánicos			MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica, limos elásticos.
			CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta
			OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media elevada, limos orgánicos.
			PT	Turbe y otros suelos de alto contenido orgánico.

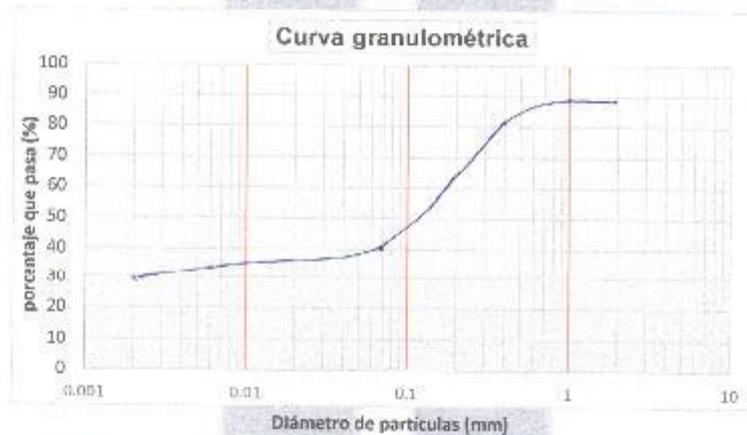

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: César Valdez Chávez FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SIFONAJE		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D421		AGTSF-LS-UPNC:
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID MUESTRA:	SUELO 1 (S2)	TIPO DE MATERIAL:	Arcillas y limos
UBICACIÓN:	Ayacucho Bajo C	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE MUESTREO:	18/09/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
FECHA DE ENSAYO:	26/09/2022	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazán

Peso de muestra seca; Ws	100.00	gr
Ws que pasa la malla N° 10	89.10	gr
Ws sifoneado	59.70	gr

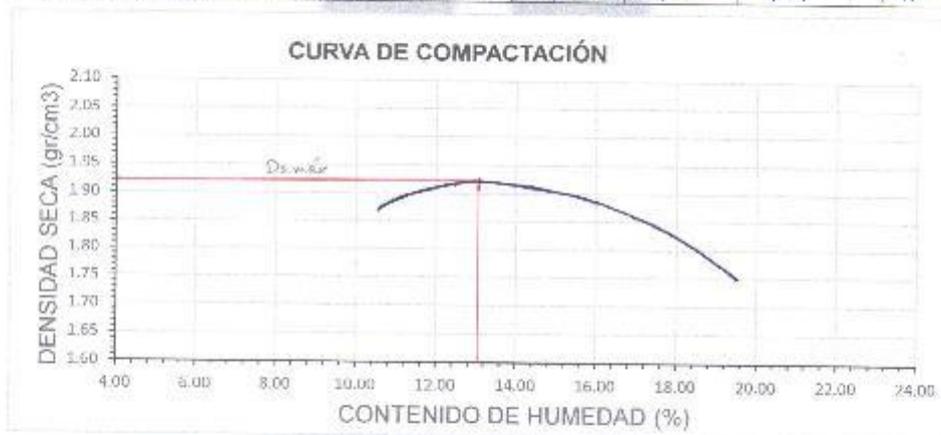
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SIFONAJE					
Malla	Malla (mm)	P.R.P	% RP	%RA	%QUE PASA
N°10	2,00	10.9	10.90	10.90	89.10
N°40	0,42	7.7	7.70	18.60	81.40
N°200	0,074	40.4	40.40	59.00	41.00
Limo	0,002	11.4	11.40	70.40	29.60
Arcilla	0,0002	29.6	29.60	100.00	0.00
Total		100.00	100.00		

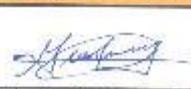


OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: Cesar Valderrama Chavira	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
PROTOCOLO		
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. MUESTRA:	S1 + 10% Cemento	TIPO DE MATERIAL: Arcillas y Limo
UBICACIÓN:	Ayacucho B440 - C.	COLOR DE MATERIAL: Amarillo oscuro
FECHA DE MUESTREO:	18/09/2022	RESPONSABLE: Martín Smith Acuña Vera
FECHA DE ENSAYO:	27/09/2022	REVISADO POR: Ing. Henry J. Villanueva Galdán

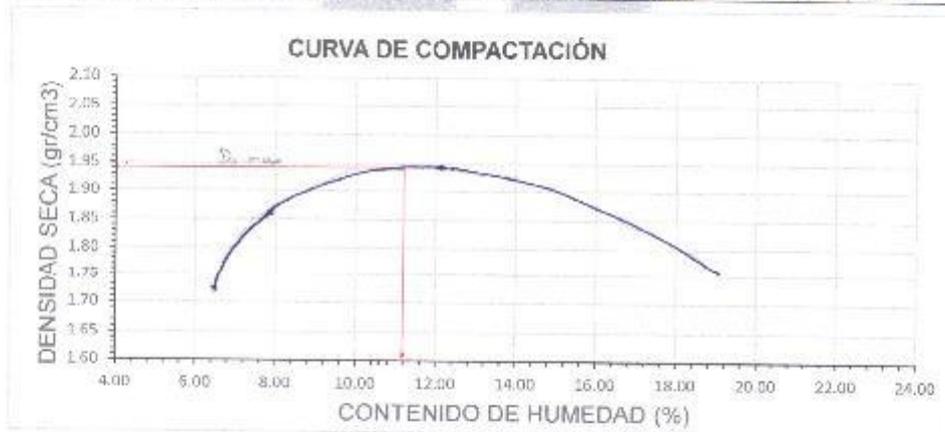
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4158		4160		4160		4160	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6108		6184		6209		6118	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1950		2024		2099		1958	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	936.28		936.28		936.28		936.28	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	2.08		2.16		2.14		2.09	
G	Recipiente	Nº	T4	T5	T7	T8	T10	T14	T16	T20
H	Peso Recipiente	gr	27.7	27.0	28.5	29.1	26.8	27.3	27.2	26.8
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	70.7	70.0	66.0	65.5	77.2	77.9	87.7	82.9
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	66.9	65.6	62.1	61.0	59.0	59.7	73.5	73.9
K	Peso del Agua	gr	3.8	4.4	3.9	4.5	10.2	9.7	9.2	9.0
L	Peso Muestra seca	gr	59.2	58.6	53.6	53.9	62.2	62.4	46.3	47.1
M	Contenido de Humedad W%	%	9.69	11.10	11.61	13.27	16.40	15.34	19.84	19.44
N	Promedio CorriL de humedad Óptimo	%	10.55		12.44		13.94		14.47	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.88		1.92		1.89		1.75	



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martín Smith Acuña Vera	NOMBRE: Cesar Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva G.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
PROTOCOLO		
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	CPM-LS-UPNC:
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. MUESTRA:	SUELO Y (S1)	TIPO DE MATERIAL:
UBICACIÓN:	Mylambo Bajo - C.	COLOR DE MATERIAL:
FECHA DE MUESTREO:	18/09/2022	RESPONSABLE:
FECHA DE ENSAYO:	27/09/2022	REVISADO POR:

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	
A	Peso Molde	gr	4160	4160	4160	4160	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5845	6035	6190	6115	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1715	1875	2030	1955	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	936.28	936.28	936.28	936.28	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.83	2.00	2.17	2.09	
G	Recipiente	Nº	74	73	75	76	73
H	Peso Recipiente	gr	28.1	27.6	26.5	27.1	28.0
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	71.6	75.6	82.4	80.4	100.4
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	68.8	72.4	77.5	76.4	92.2
K	Peso del Agua	gr	2.80	2.70	3.90	4.00	8.20
L	Peso Muestra seca	gr	40.20	45.10	51.00	49.20	64.20
M	Contenido de Humedad W%	%	6.97	5.96	7.50	8.11	12.77
N	Promedio Cont. de humedad Óptimo	%	6.42	7.81	10.08	19.02	19.02
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.72	1.86	1.94	1.76	



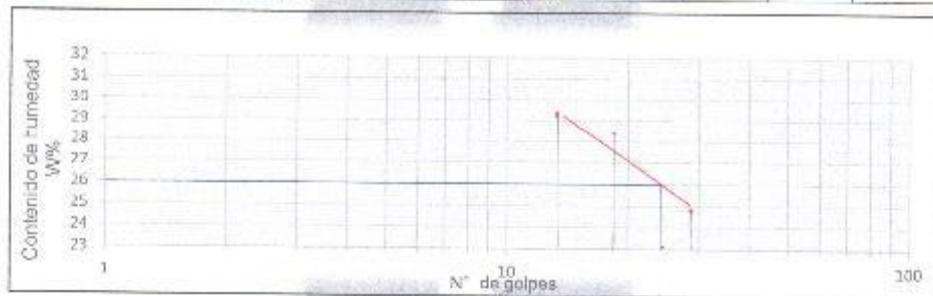
OBSERVACIONES: Errores para muestra patrón sin adición.

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martha S. Acuña Vera	NOMBRE: Cesar Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
PROTOCOLO		
ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: LP-LS-UPNC
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 - NTP E111	
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. MUESTRA:	SUELO 2 (S2)	TIPO DE MATERIAL: Arenas con finas
UBICACIÓN:	Shawlo Chico - B.T	COLOR DE MATERIAL: Anaranjado oscuro
FECHA DE MUESTREO:	18/09/2022	RESPONSABLE: Martín Smith Acuña Vera
FECHA DE ENSAYO:	23/09/2022	REVISADO POR: Ing. Henry T. Villanueva Bazán

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	Nº	T5	T10	T4	-	-
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	40.6	39.9	41.2	-	-
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	37.4	37.0	38.3	-	-
D	Peso de Recipiente	gr	26.5	26.8	26.6	-	-
E	Peso del Agua	gr	3.2	2.9	2.9	-	-
F	Peso Suelo Seco	gr	10.9	10.2	11.7	-	-
G	Número de Golpes	N	14	19	29	-	-
H	Contenido de Humedad	%	29.9	28.9	29.8	-	-

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	Nº	T11	T13	T15	-	-
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	31.3	31.1	30.1	-	-
C	Suelo Seco + Tara	gr	30.7	30.3	29.6	-	-
D	Peso de Tara	gr	27.7	26.8	27.1	-	-
E	Peso del Agua	gr	0.6	0.8	0.5	-	-
F	Peso Suelo Seco	gr	3.0	3.5	2.5	-	-
G	Contenido de Humedad	%	20.0	22.9	20.0	-	-
H	Promedio Limite Plástico		21.0			-	-



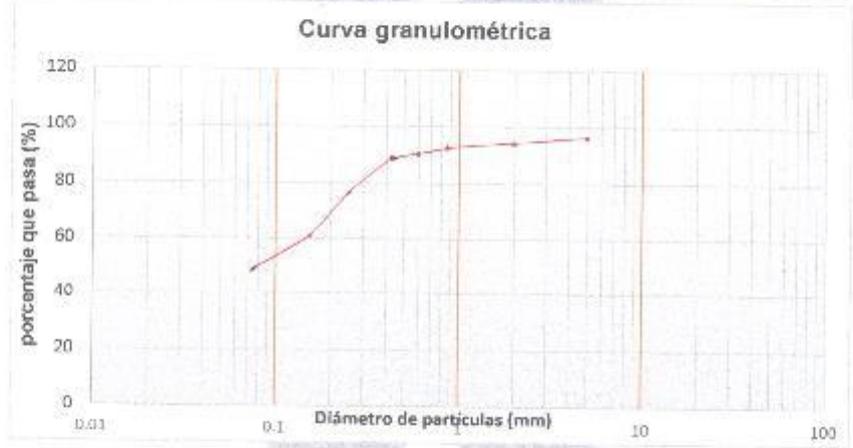
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martín S. Acuña Vera	NOMBRE: César Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Henry T. Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
PROTOCOLO		
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRÍA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D421	AGTL-LS-UPNC:
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. MUESTRA:	Suelo 2 (S2)	TIPO DE MATERIAL:
UBICACIÓN:	Shuallo Chivo - B. J.	COLOR DE MATERIAL:
FECHA DE MUESTREO:	18/09/2022	RESPONSABLE:
FECHA DE ENSAYO:	25/09/2022	REVISADO POR:

Peso de muestra seca; Ws 500.00 gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO					
Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4.76	16.3	3.26	3.26	96.74
Nº10	2	9.3	1.86	5.12	94.88
Nº20	0.84	10.0	2.00	7.12	92.88
Nº30	0.59	6.0	1.20	8.32	91.68
Nº40	0.42	8.7	1.74	10.06	89.94
Nº60	0.25	58.8	11.76	21.82	78.18
Nº100	0.15	83.9	16.78	38.60	61.40
Nº200	0.074	68.9	13.78	52.38	47.62
Perdida	Lavado	238.6	47.72	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martín Smith Acuña Vera	NOMBRE: Ing. César Valdivia Chávez	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022

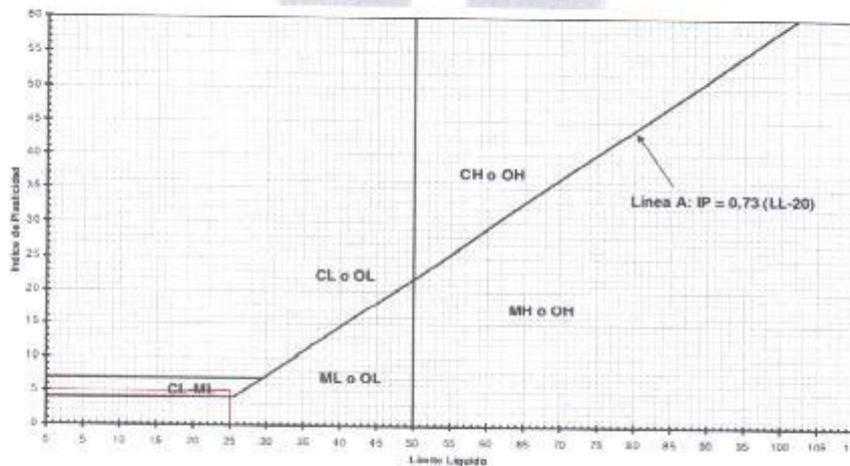
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADOS SUCS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	ASTM D2487 / NTP 339.134			SUCS-LS-UPNC:	
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL				
ID MUESTRA:	SUELO 2 (S2)	TIPO DE MATERIAL:	Arenas con finos		
UBICACIÓN:	Shawta Chico - B.I	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro		
FECHA DE MUESTREO:	18/09/2022	RESPONSABLE:	Martín Smith Acuña Vera		
FECHA DE ENSAYO:	25/09/2022	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazón		

DIVISIONES PRINCIPALES			SÍMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien graduadas, mezclas grava - arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz N°200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% - >GW,GP,SW,SP >12% - >GM,GC,SM,SC 5 al 12% - casos límite que requieren usar doble símbolo.	Cu = D60 / D10 > 4 Cc = (D30) ² / D10 * D60 entre 1 y 3
		(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava - arena, pocos finos o sin finos.		
		GRAVAS CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		
	ARENAS	ARENAS LIMPIAS	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cu = D60 / D10 > 6 Cc = (D30) ² / D10 * D60 entre 1 y 3
		(pocos o sin finos)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		
		ARENAS CON FINOS (apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena - arcilla.		
Más de la mitad del material retenido en el tamiz N° 200	Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla N° 04				Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW Límites de atterberg debajo de la línea A o IP < 4 Límites de atterberg sobre la línea A con IP > 7	Encima de la línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de doble símbolo.

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martín Smith Acuña Vera	NOMBRE: César Valdeora Chávez	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADOS SUCS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: SUCS-LS-UPNC:
NORMA:	ASTM D2487 / NTP 339.134		
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID MUESTRA:	SUELO 2 (S2)	TIPO DE MATERIAL:	Arenas con finas
UBICACIÓN:	Shaula Chico - B.I	COLOR DE MATERIAL:	Amarajado oscuro
FECHA DE MUESTREO:	18/04/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
FECHA DE ENSAYO:	25/04/2022	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazán

SUELOS DE GRANO FINO	LIMOS Y ARCILLAS	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosas con ligera plasticidad
		Más de la mitad del material pasa por el tamiz N° 200	LÍMITE LÍQUIDO < 50 LIMOS Y ARCILLAS
OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad		
MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica, limos elásticos.		
CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta		
OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media elevada, limos orgánicos.		
Suelos muy Orgánicos		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: Cesar Valdora Chávez	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SIFONAJE		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D421		AGTSF-LS-UPNO:
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID MUESTRA:	SUELO 2 (S2)	TIPO DE MATERIAL:	Arenas con finos
UBICACIÓN:	Shanillo Quis - B.S	COLOR DE MATERIAL:	Amarillento oscuro
FECHA DE MUESTREO:	18/04/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
FECHA DE ENSAYO:	26/04/2022	REVISADO POR:	Jay Henry J. Villanueva Dorán

Peso de muestra seca; Ws	100.00	gr
Ws que pasa la malla N° 10	77.60	gr
Ws sifoneado	66.40	gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SIFONAJE					
Malla	Malla (mm)	P.R.P	% RP	%RA	%QUE PASA
N°10	2.00	20.4	20.40	20.40	79.60
N°40	0.42	5.8	5.80	24.20	74.20
N°200	0.074	49.7	49.70	71.90	28.10
Limo	0.002	14.9	14.90	86.80	13.20
Arcilla	0.0002	13.2	13.20	100.00	0.00
Total		100.00	100.00		

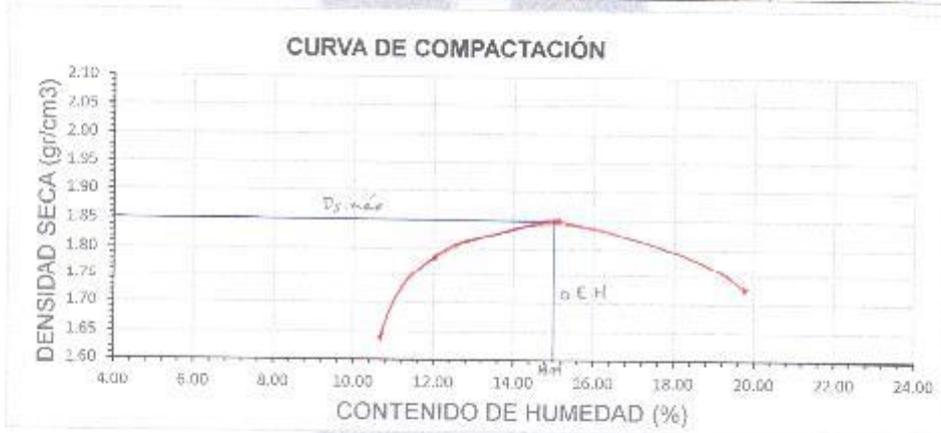


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin S. Acuña Vera	NOMBRE: Cesar Valdeira Chavez	NOMBRE: Jay Henry J. Villanueva D.
FECHA: 06/02/2022	FECHA: 06/02/2022	FECHA: 06/02/2022

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339 141		CPM-LS-UPNC:.....
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXION DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. MUESTRA:	SUELO 2 (S2)	TIPO DE MATERIAL:	Arenas con finos
UBICACIÓN:	Shawlo Chico-B.T	COLOR DE MATERIAL:	Amarillado oscuro
FECHA DE MUESTREO:	18/09/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
FECHA DE ENSAYO:	28/09/2022	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazán

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4157		4157		4157		4157	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5897		6029		6154		6093	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1690		1869		1997		1936	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	936.28		936.28		936.28		936.28	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.81		1.99		2.13		2.07	
G	Recipiente	Nº	T7	T8	T9	T2	T3	T4	T9	T10
H	Peso Recipiente	gr	28.0	27.2	27.7	27.4	27.6	27.8	28.2	28.2
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	85.6	85.4	87.6	85.9	86.9	91.1	89.2	89.2
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	80.1	79.8	81.1	79.7	79.9	82.5	75.0	79.8
K	Peso del Agua	gr	5.5	5.6	6.5	6.2	7.5	8.6	9.2	9.4
L	Peso Muestra seca	gr	52.1	52.6	53.4	52.3	51.8	59.7	46.8	46.6
M	Contenido de Humedad W%	%	10.56	10.65	12.17	11.83	14.48	15.92	19.66	20.17
N	Promedio Cont. de humedad Óptimo	%	10.60		12.01		15.10		19.91	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.69		1.98		1.85		1.73	



OBSERVACIONES: Ensayo para muestra patrón sin adición.

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César Volcán Chávez	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTG E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	CPM-LS-UPNC:	
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. MUESTRA:	52 + 10% cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenas con finos
UBICACIÓN:	Shawilo Chico - B.I	COLOR DE MATERIAL:	Amarillado oscuro
FECHA DE MUESTREO:	18/09/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
FECHA DE ENSAYO:	29/09/2022	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazán

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4				
A	Peso Molde	gr	4404	4404	4404	4404				
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6075	6221	6404	6354				
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1671	1817	2000	1950				
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	934.67	934.67	934.67	934.67				
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.79	1.94	2.14	2.09				
G	Recipiente	N°	T2	T8	T5	T6	T3	T4	T1	T2
H	Peso Recipiente	gr	28.1	23.7	27.0	27.9	27.6	27.7	27.8	27.5
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	99.4	99.9	70.5	75.7	89.3	84.6	79.4	79.9
J	Peso Muestra Seca + Recipientes	gr	93.8	99.2	66.9	71.6	82.2	77.7	70.8	71.6
K	Peso del Agua	gr	5.60	5.70	3.60	4.10	7.10	6.90	8.60	8.30
L	Peso Muestra seca	gr	65.70	66.50	39.90	43.10	59.60	50.00	43.00	44.20
M	Contenido de Humedad W%	%	8.52	8.57	9.02	9.38	13.00	13.60	20.00	18.74
N	Promedio Cont. de humedad Óptimo	%	8.55	9.20	13.40	19.37				
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.65	1.78	1.89	1.75				



OBSERVACIONES: Ensayo para muestra 52 + 10% de adición de cemento.

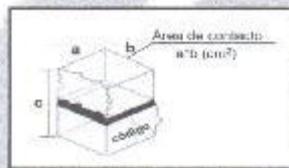
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Cesar Valderrama Chávez FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 06/08/2022

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO ELABORADOS CON LOS SUELOS S1 Y LOS SUELOS S2

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA PARA BLOQUES SUELO CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	NTC 5324		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/08/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M1 + 10% C.	14.14	15.35	21.4	217.05	6058	27.91

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.32	2.30	0.0015
1000	0.56	4.61	0.0026
1500	0.79	6.91	0.0037
2000	1.01	9.21	0.0047
2500	1.18	11.52	0.0055
3000	1.36	13.82	0.0064
3500	1.51	16.13	0.0071
4000	1.68	18.43	0.0079
4500	1.86	20.73	0.0087
5000	2.04	23.04	0.0095
5500	2.28	25.34	0.0107
6000	2.70	27.64	0.0126
6058	2.70	27.91	0.0126



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: César Valderrama Obave FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	NTC 5324		RCTC-LC-UPNC
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/08/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS

código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Ultima (kg)	Esfuerzo Ultimo (kg/cm ²)
M2 + 10% C	14.61	15.40	21.38	224.99	5088	22.61

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.34	2.22	0.0016
1000	0.64	4.44	0.0030
1500	0.99	6.67	0.0046
2000	1.32	8.89	0.0062
2500	1.68	11.11	0.0079
3000	1.98	13.33	0.0093
3500	2.32	15.56	0.0109
4000	2.74	17.78	0.0128
4500	3.12	20.00	0.0146
5000	3.56	22.22	0.0170
5088	3.59	22.61	0.0171

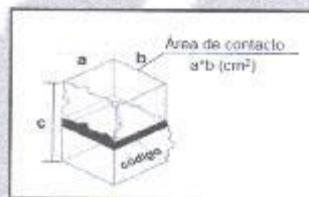
CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B.
FECHA: 08/08/2022	FECHA: 08/09/2022	FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
	NORMA	NTC 5324	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Ardilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/08/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS

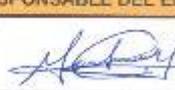


código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm²)
M3 + 10% C	14.60	15.30	21.16	223.38	4370	19.56

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.77	2.24	0.0036
1000	1.01	4.48	0.0048
1500	1.36	6.72	0.0064
2000	1.61	8.95	0.0076
2500	1.82	11.19	0.0086
3000	2.04	13.43	0.0096
3500	2.30	15.67	0.0109
4000	2.55	17.91	0.0121
4370	3.30	19.56	0.0156

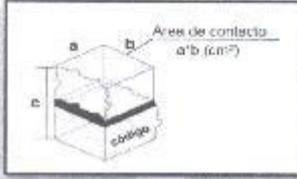


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 08/08/2022	NOMBRE: César Valdera Chávez FECHA: 08/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 08/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
	NORMA	NTC 5324	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazán

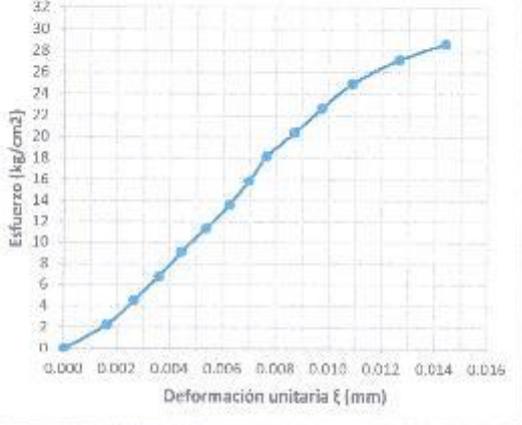
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M4 + 10% C	14.50	15.20	21.50	220.40	6322	28.68

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.35	2.27	0.0016
1000	0.57	4.54	0.0027
1500	0.77	6.81	0.0036
2000	0.95	9.07	0.0044
2500	1.15	11.34	0.0053
3000	1.34	13.61	0.0062
3500	1.50	15.88	0.0070
4000	1.64	18.15	0.0076
4500	1.87	20.42	0.0087
5000	2.09	22.69	0.0097
5500	2.34	24.95	0.0109
6000	2.72	27.22	0.0127
6322	3.10	28.68	0.0144

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

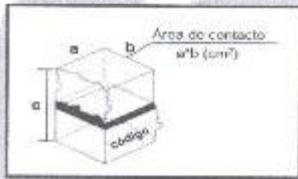


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 05/06/2022	NOMBRE: César Valdéra Chávez FECHA: 05/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 05/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
	NORMA	NTC 5324	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/08/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazán

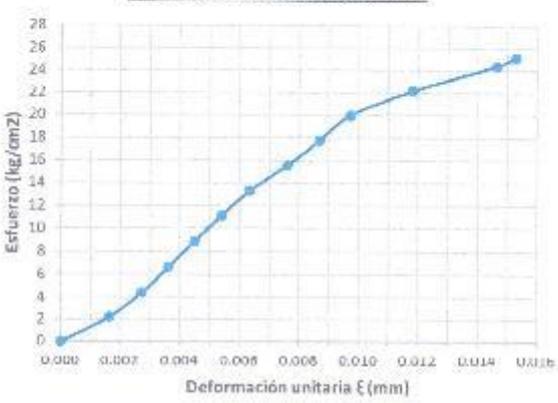
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Ultima (kg)	Esfuerzo Ultimo (kg/cm ²)
M5 + 10% C	14.82	15.20	21.32	225.26	5672	25.18

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.35	2.22	0.0016
1000	0.58	4.44	0.0027
1500	0.77	6.66	0.0036
2000	0.96	8.88	0.0045
2500	1.15	11.10	0.0054
3000	1.35	13.32	0.0063
3500	1.62	15.54	0.0076
4000	1.85	17.76	0.0087
4500	2.07	19.98	0.0097
5000	2.52	22.20	0.0118
5500	3.12	24.42	0.0146
5672	3.26	25.18	0.0153

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

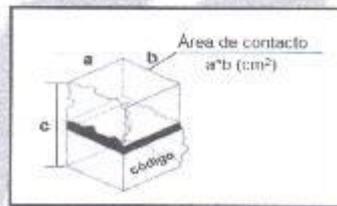


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B.
FECHA: 03/08/2022	FECHA: 09/08/2022	FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	NTC 5324		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M6 + 10% C	14.19	15.35	21.34	217.82	5063	23.24

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.31	2.30	0.0015
1000	0.63	4.59	0.0030
1500	1.01	6.89	0.0047
2000	1.39	9.18	0.0065
2500	1.78	11.48	0.0083
3000	2.15	13.77	0.0101
3500	2.56	16.07	0.0120
4000	3.01	18.36	0.0141
4500	3.35	20.66	0.0157
5000	3.70	22.96	0.0173
5063	3.71	23.24	0.0174

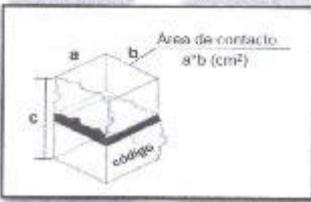


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 09/06/2022	NOMBRE: César Valderrama Chávez FECHA: 09/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 09/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
	NORMA	NTC 5324	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO- CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S1 + 10% Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M7 + 10% C	14.11	15.14	21.26	213.63	3900	18.26

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.28	2.34	0.0013
1000	0.63	4.68	0.0030
1500	0.97	7.02	0.0046
2000	1.26	9.36	0.0059
2500	1.61	11.70	0.0076
3000	1.88	14.04	0.0088
3500	2.17	16.38	0.0102
3900	2.86	18.26	0.0135

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

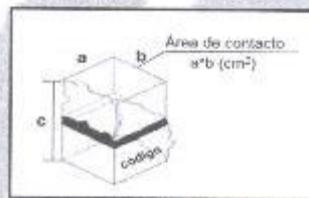


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: César Valderrama Chávez FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	NTC 5324		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Ardilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry J. Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M8 + 10% C	14.69	15.35	21.42	225.49	5264	23.34

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.50	2.22	0.0023
1000	0.95	4.43	0.0044
1500	1.25	6.65	0.0058
2000	1.58	8.87	0.0074
2500	1.85	11.09	0.0086
3000	2.16	13.30	0.0101
3500	2.40	15.52	0.0112
4000	2.65	17.74	0.0124
4500	3.10	19.96	0.0145
5000	3.51	22.17	0.0164
5264	4.10	23.34	0.0191



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/06/2022	NOMBRE: César Valderrama Chávez FECHA: 06/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 06/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	NTC 5324		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S2 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso.
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



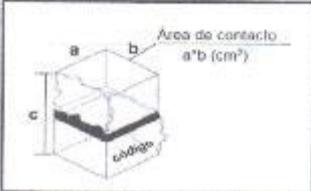
código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Ultima (kg)	Esfuerzo Ultimo (kg/cm ²)
M1 + 10% C	14.96	15.35	21.41	229.64	6401	27.87

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.68	2.18	0.0032
1000	0.85	4.35	0.0040
1500	1.00	6.53	0.0047
2000	1.15	8.71	0.0054
2500	1.30	10.89	0.0061
3000	1.43	13.06	0.0067
3500	1.60	15.24	0.0075
4000	1.81	17.42	0.0085
4500	2.02	19.60	0.0094
5000	2.25	21.77	0.0105
5500	2.47	23.95	0.0115
6000	2.68	26.13	0.0125
6401	2.90	27.87	0.0135



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: César E. Valdela Chávez FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																														
PROTOCOLO																																																														
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC.																																																											
	NORMA	NTC 5324																																																												
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL																																																												
ID. PROBETA:	S2 + 10% Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso																																																											
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro																																																											
FECHA DE ENSAYO:	03/08/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera																																																											
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán																																																											
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS																																																														
																																																														
código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)																																																								
M2 + 10% C	14.15	15.10	21.45	213.67	8421	39.41																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Carga (kg)</th> <th>ΔL (mm)</th> <th>σ (kg/cm²)</th> <th>ΔL/L (mm/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.0000</td></tr> <tr><td>500</td><td>0.72</td><td>2.34</td><td>0.0034</td></tr> <tr><td>1000</td><td>0.95</td><td>4.68</td><td>0.0044</td></tr> <tr><td>1500</td><td>1.17</td><td>7.02</td><td>0.0055</td></tr> <tr><td>2000</td><td>1.35</td><td>9.36</td><td>0.0063</td></tr> <tr><td>2500</td><td>1.50</td><td>11.70</td><td>0.0070</td></tr> <tr><td>3000</td><td>1.65</td><td>14.04</td><td>0.0077</td></tr> <tr><td>3500</td><td>1.81</td><td>16.38</td><td>0.0084</td></tr> <tr><td>4000</td><td>1.95</td><td>18.72</td><td>0.0091</td></tr> <tr><td>4500</td><td>2.12</td><td>21.06</td><td>0.0099</td></tr> <tr><td>5000</td><td>2.30</td><td>23.40</td><td>0.0107</td></tr> <tr><td>5500</td><td>2.47</td><td>25.74</td><td>0.0115</td></tr> <tr><td>6000</td><td>2.62</td><td>28.08</td><td>0.0122</td></tr> </tbody> </table>							Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)	0	0.00	0.00	0.0000	500	0.72	2.34	0.0034	1000	0.95	4.68	0.0044	1500	1.17	7.02	0.0055	2000	1.35	9.36	0.0063	2500	1.50	11.70	0.0070	3000	1.65	14.04	0.0077	3500	1.81	16.38	0.0084	4000	1.95	18.72	0.0091	4500	2.12	21.06	0.0099	5000	2.30	23.40	0.0107	5500	2.47	25.74	0.0115	6000	2.62	28.08	0.0122
Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)																																																											
0	0.00	0.00	0.0000																																																											
500	0.72	2.34	0.0034																																																											
1000	0.95	4.68	0.0044																																																											
1500	1.17	7.02	0.0055																																																											
2000	1.35	9.36	0.0063																																																											
2500	1.50	11.70	0.0070																																																											
3000	1.65	14.04	0.0077																																																											
3500	1.81	16.38	0.0084																																																											
4000	1.95	18.72	0.0091																																																											
4500	2.12	21.06	0.0099																																																											
5000	2.30	23.40	0.0107																																																											
5500	2.47	25.74	0.0115																																																											
6000	2.62	28.08	0.0122																																																											
OBSERVACIONES:																																																														
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR																																																										
																																																														
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera		NOMBRE: César E. Valdeira Chávez		NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.																																																										
FECHA: 06/08/2022		FECHA: 06/08/2022		FECHA: 03/08/2022																																																										

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SFCA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC.
NORMA	NTC 5324		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S2 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Aneranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

6500	2.78	30.42	0.0130
7000	2.95	32.76	0.0138
7500	3.13	35.10	0.0146
8000	3.30	37.44	0.0154
8421	3.90	39.41	0.0182

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

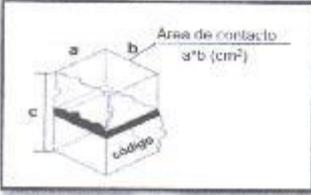


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César E. Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE GAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	NTC 5324		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S2 + 10% Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

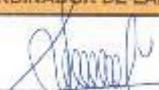
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M3 + 10% C	15.11	15.30	21.54	231.18	9467	40.95

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.59	2.16	0.0027
1000	0.84	4.33	0.0039
1500	1.00	6.49	0.0046
2000	1.11	8.65	0.0052
2500	1.22	10.81	0.0057
3000	1.31	12.98	0.0061
3500	1.40	15.14	0.0065
4000	1.47	17.30	0.0068
4500	1.55	19.47	0.0072
5000	1.60	21.63	0.0074
5500	1.66	23.79	0.0077
6000	1.72	25.95	0.0080
6500	1.80	28.12	0.0084

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 08/06/2022	NOMBRE: César E. Valters Chávez FECHA: 08/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 08/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
	NORMA	NTC 5324	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S2 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

7000	1.88	30.28	0.0087
7500	1.94	32.44	0.0090
8000	2.01	34.60	0.0093
8500	2.10	36.77	0.0097
9000	2.22	38.93	0.0103
9467	2.40	40.95	0.0111

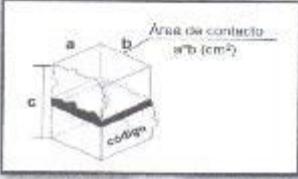
CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César E. Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.
FECHA: 06/06/2022	FECHA: 06/06/2022	FECHA: 06/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC.
NORMA	NTC 5324		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S2 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Ultima (kg)	Esfuerzo Ultimo (kg/cm ²)
M4 + 10% C	14.60	15.30	21.34	223.38	5186	23.22

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.43	2.24	0.0020
1000	0.67	4.48	0.0031
1500	0.89	6.72	0.0042
2000	1.12	8.95	0.0052
2500	1.32	11.19	0.0062
3000	1.47	13.43	0.0069
3500	1.64	15.67	0.0077
4000	1.87	17.91	0.0088
4500	2.12	20.15	0.0099
5000	2.40	22.38	0.0112
5186	2.60	23.22	0.0122

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

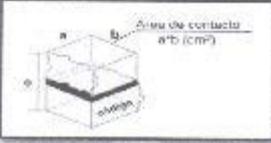


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César E. Valdora Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.
FECHA: 08/08/2022	FECHA: 08/08/2022	FECHA: 08/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	NTC 5324		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S2 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

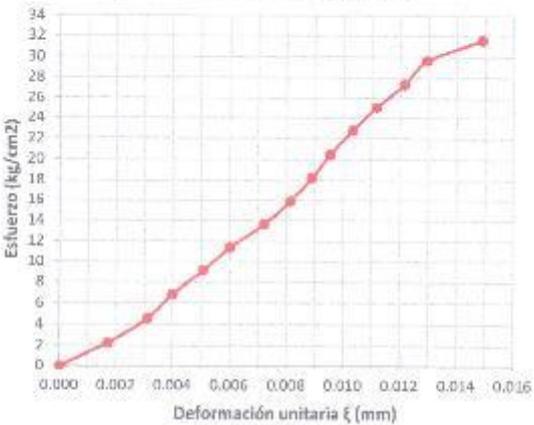
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M5 + 10% C	14.43	15.20	21.47	219.34	6936	31.62

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.37	2.28	0.0017
1000	0.67	4.56	0.0031
1500	0.86	6.84	0.0040
2000	1.09	9.12	0.0051
2500	1.29	11.40	0.0060
3000	1.55	13.68	0.0072
3500	1.75	15.96	0.0082
4000	1.91	18.24	0.0089
4500	2.05	20.52	0.0095
5000	2.22	22.80	0.0103
5500	2.40	25.08	0.0112
6000	2.61	27.36	0.0122
6500	2.78	29.63	0.0129
6936	3.20	31.62	0.0149

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

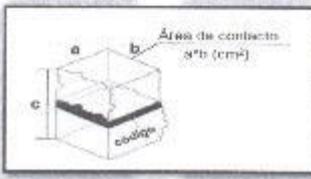


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César E. Valdara Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 09/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA, PARA BLOQUES SUELO CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	NTC 5324		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S2 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso.
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

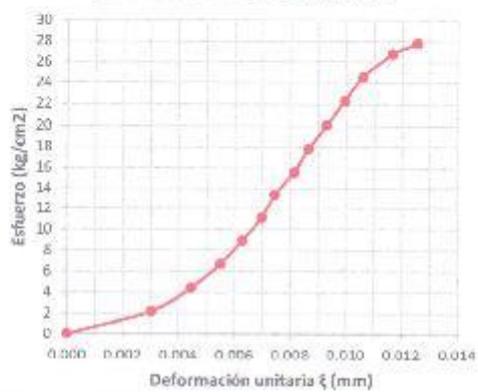
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M6 + 10% C	14.63	15.32	21.52	224.13	6231	27.80

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.65	2.23	0.0030
1000	0.96	4.46	0.0045
1500	1.18	6.69	0.0055
2000	1.35	8.92	0.0063
2500	1.50	11.15	0.0070
3000	1.60	13.38	0.0074
3500	1.75	15.62	0.0081
4000	1.86	17.85	0.0086
4500	2.00	20.08	0.0093
5000	2.14	22.31	0.0099
5500	2.28	24.54	0.0106
6000	2.51	26.77	0.0117
6231	2.70	27.80	0.0125

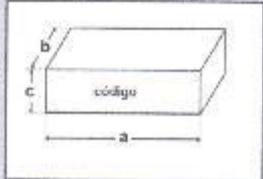
CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César E. Valdela Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.
FECHA: 06/06/2022	FECHA: 06/06/2022	FECHA: 06/06/2022

LADRILLOS DE MUESTRAS PATRONES ELABORADOS CON LOS SUELOS S1 Y LOS SUELOS S2

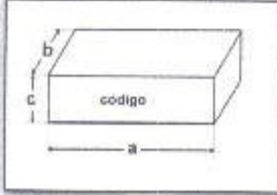
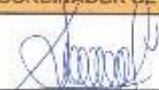
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																																						
PROTOCOLO																																																																						
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC																																																																			
NORMA	UNE 41410																																																																					
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL																																																																					
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla																																																																			
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro																																																																			
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera																																																																			
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán																																																																			
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS																																																																						
																																																																						
código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)																																																																
M1	29.44	15.20	10.24	447.49	20918	46.75																																																																
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Carga (kg)</th> <th style="text-align: center;">ΔL (mm)</th> <th style="text-align: center;">σ (kg/cm²)</th> <th style="text-align: center;">ΔL/L (mm/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0.00</td><td style="text-align: center;">0.00</td><td style="text-align: center;">0.0000</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1000</td><td style="text-align: center;">0.61</td><td style="text-align: center;">2.23</td><td style="text-align: center;">0.0060</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2000</td><td style="text-align: center;">0.95</td><td style="text-align: center;">4.47</td><td style="text-align: center;">0.0093</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3000</td><td style="text-align: center;">1.18</td><td style="text-align: center;">6.70</td><td style="text-align: center;">0.0115</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4000</td><td style="text-align: center;">1.36</td><td style="text-align: center;">8.94</td><td style="text-align: center;">0.0133</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5000</td><td style="text-align: center;">1.52</td><td style="text-align: center;">11.17</td><td style="text-align: center;">0.0148</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6000</td><td style="text-align: center;">1.69</td><td style="text-align: center;">13.41</td><td style="text-align: center;">0.0165</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7000</td><td style="text-align: center;">1.82</td><td style="text-align: center;">15.64</td><td style="text-align: center;">0.0178</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8000</td><td style="text-align: center;">1.95</td><td style="text-align: center;">17.88</td><td style="text-align: center;">0.0190</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9000</td><td style="text-align: center;">2.05</td><td style="text-align: center;">20.11</td><td style="text-align: center;">0.0200</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">10000</td><td style="text-align: center;">2.18</td><td style="text-align: center;">22.35</td><td style="text-align: center;">0.0213</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">11000</td><td style="text-align: center;">2.28</td><td style="text-align: center;">24.58</td><td style="text-align: center;">0.0223</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">12000</td><td style="text-align: center;">2.40</td><td style="text-align: center;">26.82</td><td style="text-align: center;">0.0234</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">13000</td><td style="text-align: center;">2.50</td><td style="text-align: center;">29.05</td><td style="text-align: center;">0.0244</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">14000</td><td style="text-align: center;">2.59</td><td style="text-align: center;">31.29</td><td style="text-align: center;">0.0253</td></tr> </tbody> </table>							Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)	0	0.00	0.00	0.0000	1000	0.61	2.23	0.0060	2000	0.95	4.47	0.0093	3000	1.18	6.70	0.0115	4000	1.36	8.94	0.0133	5000	1.52	11.17	0.0148	6000	1.69	13.41	0.0165	7000	1.82	15.64	0.0178	8000	1.95	17.88	0.0190	9000	2.05	20.11	0.0200	10000	2.18	22.35	0.0213	11000	2.28	24.58	0.0223	12000	2.40	26.82	0.0234	13000	2.50	29.05	0.0244	14000	2.59	31.29	0.0253
Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)																																																																			
0	0.00	0.00	0.0000																																																																			
1000	0.61	2.23	0.0060																																																																			
2000	0.95	4.47	0.0093																																																																			
3000	1.18	6.70	0.0115																																																																			
4000	1.36	8.94	0.0133																																																																			
5000	1.52	11.17	0.0148																																																																			
6000	1.69	13.41	0.0165																																																																			
7000	1.82	15.64	0.0178																																																																			
8000	1.95	17.88	0.0190																																																																			
9000	2.05	20.11	0.0200																																																																			
10000	2.18	22.35	0.0213																																																																			
11000	2.28	24.58	0.0223																																																																			
12000	2.40	26.82	0.0234																																																																			
13000	2.50	29.05	0.0244																																																																			
14000	2.59	31.29	0.0253																																																																			
OBSERVACIONES:																																																																						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR																																																																		
																																																																						
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera		NOMBRE: Cesar E. Valdara Chávez		NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.																																																																		
FECHA: 06/08/2022		FECHA: 06/08/2022		FECHA: 08/08/2022																																																																		

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	UNE 41410		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

15000	2.69	33.52	0.0263
16000	2.78	35.76	0.0271
17000	2.83	37.99	0.0276
18000	2.89	40.22	0.0282
19000	3.05	42.48	0.0298
20000	3.33	44.69	0.0325
20918	4.10	46.75	0.0400

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN S1-M1

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: Cesar E. Valdera Chávez FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC			
	NORMA	UNE 41410				
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL				
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla			
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro			
FECHA DE ENSAYO:	03/08/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera			
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán			
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS						
						
código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Ultima (kg)	Esfuerzo Ultimo (kg/cm ²)
M2	29.66	15.31	10.36	454.09	12119	26.69
Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)			
0	0.00	0.00	0.0000			
500	0.20	1.10	0.0019			
1000	0.32	2.20	0.0031			
1500	0.43	3.30	0.0042			
2000	0.66	4.40	0.0064			
2500	0.84	5.51	0.0081			
3000	0.95	6.61	0.0092			
3500	1.15	7.71	0.0111			
4000	1.27	8.81	0.0123			
4500	1.43	9.91	0.0138			
5000	1.58	11.01	0.0153			
5500	1.72	12.11	0.0168			
6000	1.83	13.21	0.0177			
6500	1.97	14.31	0.0190			
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera		NOMBRE: Cesar E. Valderrama Chávez		NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.		
FECHA: 08/08/2022		FECHA: 08/08/2022		FECHA: 08/08/2022		

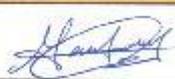
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	UNE 41410		RCTC-LC-UPNC
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/08/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

7000	2.11	15.42	0.0204
7500	2.25	16.52	0.0217
8000	2.36	17.82	0.0228
8500	2.50	18.72	0.0241
9000	2.64	19.82	0.0255
9500	2.78	20.92	0.0266
10000	2.87	22.02	0.0277
10500	2.98	23.12	0.0288
11000	3.09	24.22	0.0298
11500	3.20	25.33	0.0309
12000	3.31	26.43	0.0319
12119	3.42	26.89	0.0330

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN S1-M2

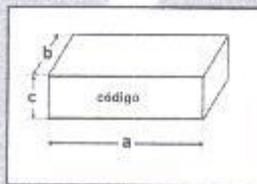


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: Cesar E. Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.
FECHA: 03/08/2022	FECHA: 03/08/2022	FECHA: 03/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	UNE 41410		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M3	29.77	15.35	10.30	456.97	6715	14.69

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.73	1.09	0.0071
1000	1.08	2.19	0.0105
1500	1.38	3.28	0.0134
2000	1.62	4.38	0.0157
2500	1.96	5.47	0.0190
3000	2.20	6.56	0.0214
3500	2.44	7.66	0.0237
4000	2.63	8.75	0.0255
4500	2.85	9.85	0.0277
5000	3.01	10.94	0.0292
5500	3.22	12.04	0.0313
6000	3.40	13.13	0.0330
6500	3.63	14.22	0.0352
6715	3.90	14.69	0.0379

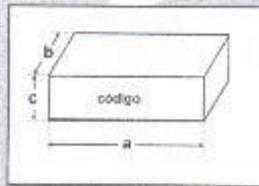


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/09/2022	NOMBRE: César E. Valdeya Chávez FECHA: 06/09/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 06/09/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
	NORMA	UNE 41410	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

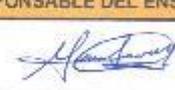
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS

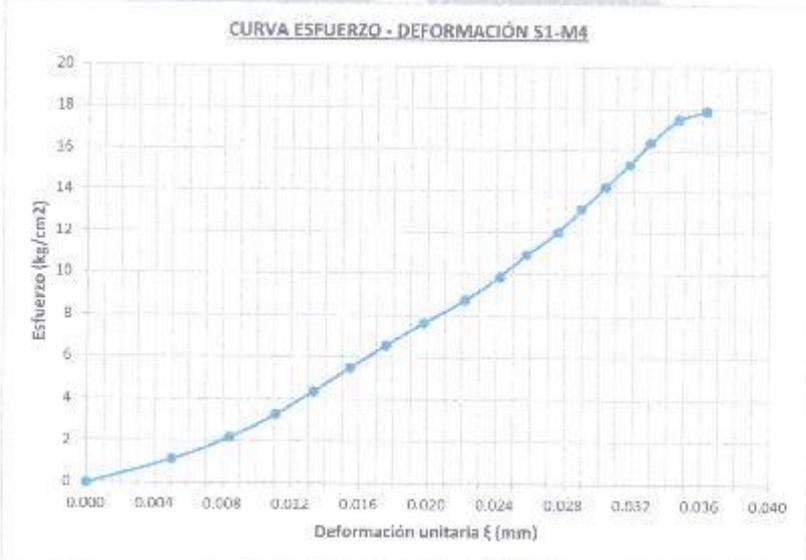


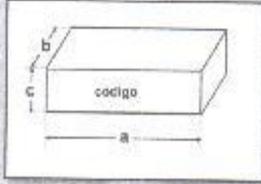
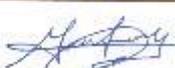
código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M4	29.79	15.35	10.37	457.28	8187	17.90

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.52	1.09	0.0050
1000	0.87	2.19	0.0084
1500	1.15	3.28	0.0111
2000	1.38	4.37	0.0133
2500	1.60	5.47	0.0154
3000	1.82	6.56	0.0176
3500	2.05	7.65	0.0198
4000	2.30	8.75	0.0222
4500	2.51	9.84	0.0242
5000	2.67	10.93	0.0257
5500	2.86	12.03	0.0276
6000	3.00	13.12	0.0289
6500	3.15	14.21	0.0304
7000	3.29	15.31	0.0317

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Cesar E. Valdera Chávez FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 06/08/2022

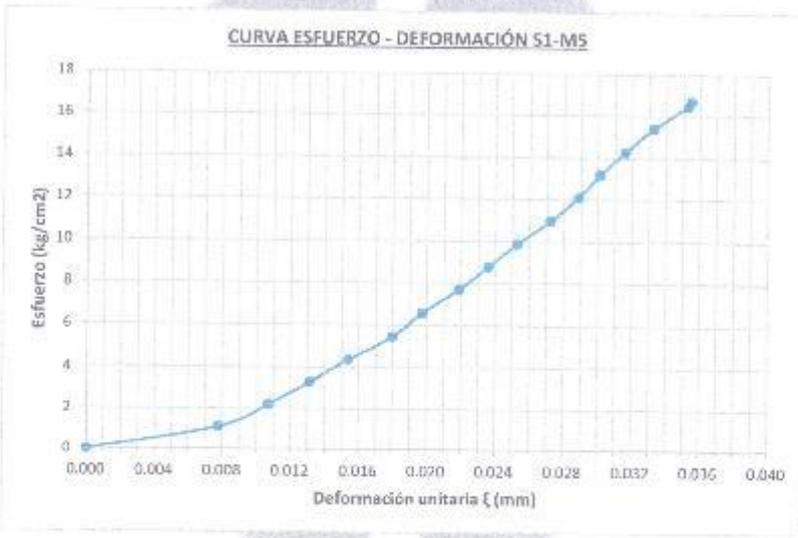
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA	CODIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC	
	NORMA	LINE 41410		
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla	
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro	
FECHA DE ENSAYO:	03/08/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera	
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán	
	7500	3.42	16.40	0.0330
	8000	3.59	17.49	0.0346
	8187	3.76	17.90	0.0363
CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN S1-M4				
				
OBSERVACIONES:				
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
				
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: Cesar E. Valdeja Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.		
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 08/08/2022	FECHA: 06/08/2022		

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA	UNE 41410		RCTC-LC-UPNC			
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL					
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Ardilla			
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro			
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera			
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán			
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS						
						
código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M5	29.72	15.31	10.29	455.01	7608	16.72
Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)			
0	0.00	0.00	0.0000			
500	0.80	1.10	0.0078			
1000	1.10	2.20	0.0107			
1500	1.35	3.30	0.0131			
2000	1.58	4.40	0.0154			
2500	1.85	5.49	0.0180			
3000	2.03	6.59	0.0197			
3500	2.25	7.69	0.0219			
4000	2.43	8.79	0.0236			
4500	2.60	9.89	0.0253			
5000	2.80	10.99	0.0272			
5500	2.97	12.09	0.0289			
6000	3.10	13.19	0.0301			
6500	3.25	14.29	0.0316			
7000	3.42	15.38	0.0332			
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR				
						
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: Cesar E. Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.				
FECHA: 08/06/2022	FECHA: 08/06/2022	FECHA: 08/06/2022				

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
	NORMA	UNE 41410	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

7500	3.63	16.48	0.0353
7608	3.65	16.72	0.0355

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN S1-M5

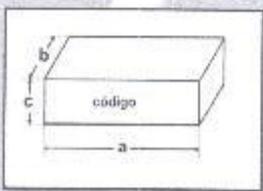


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: Cesar E. Valdora Chávez FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 03/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	UNE 41410		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Razán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M6	29.72	15.31	10.29	455.01	6710	14.75

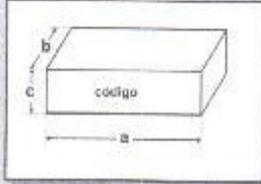
Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.77	1.10	0.0075
1000	1.10	2.20	0.0107
1500	1.39	3.30	0.0135
2000	1.58	4.40	0.0154
2500	1.80	5.49	0.0175
3000	2.03	6.59	0.0197
3500	2.28	7.69	0.0222
4000	2.50	8.79	0.0243
4500	2.71	9.89	0.0283
5000	2.95	10.99	0.0287
5500	3.27	12.09	0.0318
6000	3.56	13.19	0.0346
6500	3.90	14.29	0.0379
6710	4.05	14.75	0.0394

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN S1-M6



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: Cesar E. Valdeya Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC			
NORMA	UNE 41410					
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL					
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla			
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro			
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera			
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán			
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS						
						
código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Ultima (kg)	Esfuerzo Ultimo (kg/cm ²)
M7	29.75	15.37	10.37	457.26	9315	20.37
Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)			
0	0.00	0.00	0.0000			
500	0.60	1.09	0.0058			
1000	0.92	2.19	0.0089			
1500	1.20	3.28	0.0116			
2000	1.35	4.37	0.0130			
2500	1.56	5.47	0.0150			
3000	1.70	6.56	0.0164			
3500	1.89	7.65	0.0182			
4000	2.03	8.75	0.0196			
4500	2.21	9.84	0.0213			
5000	2.34	10.93	0.0226			
5500	2.53	12.03	0.0244			
6000	2.70	13.12	0.0260			
6500	2.87	14.22	0.0277			
7000	3.01	15.31	0.0290			
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera		NOMBRE: Cesar E. Valdeira Chávez		NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.		
FECHA: 06/06/2022		FECHA: 06/06/2022		FECHA: 06/06/2022		

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	UNE 41410		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/08/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

7500	3.13	16.40	0.0302
8000	3.29	17.50	0.0317
8500	3.51	18.59	0.0338
9000	3.83	19.68	0.0389
9315	4.35	20.37	0.0419

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN S1-M7

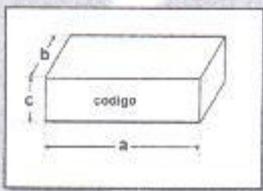


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Cesar E. Valdeira Chávez FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	UNE 41410		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M8	29.68	15.18	10.3	450.54	6077	13.49

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.76	1.11	0.0074
1000	1.07	2.22	0.0104
1500	1.35	3.33	0.0131
2000	1.57	4.44	0.0152
2500	1.78	5.55	0.0173
3000	2.02	6.66	0.0196
3500	2.30	7.77	0.0223
4000	2.52	8.88	0.0245
4500	2.73	9.99	0.0265
5000	2.94	11.10	0.0285
5500	3.25	12.21	0.0316
6000	3.54	13.32	0.0344
6077	3.55	13.49	0.0345

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 08/08/2022	NOMBRE: Cesar E. Valdora Chávez FECHA: 08/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 08/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
	NORMA	UNE 41410	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S2 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS

código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M1	29.73	15.39	10.18	457.54	6845	14.96

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.33	1.09	0.0032
1000	0.70	2.19	0.0069
1500	0.93	3.28	0.0091
2000	1.15	4.37	0.0113
2500	1.42	5.46	0.0139
3000	1.73	6.56	0.0170
3500	1.97	7.65	0.0194
4000	2.16	8.74	0.0212
4500	2.35	9.84	0.0231
5000	2.53	10.93	0.0249
5500	2.72	12.02	0.0267
6000	2.93	13.11	0.0288
6500	3.33	14.21	0.0327
6845	4.10	14.96	0.0403

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Cesar E. Valderrama Chávez FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RQTC-LC-UPNC
NORMA	UNE 41410		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S2 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/08/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS

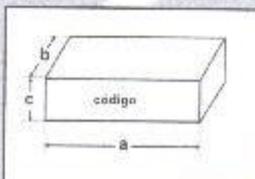
código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Ultima (kg)	Esfuerzo Ultimo (kg/cm ²)
M2	29.82	15.30	10.32	456.25	6015	13.18

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.31	1.10	0.0030
1000	0.61	2.19	0.0059
1500	0.89	3.29	0.0088
2000	1.16	4.38	0.0112
2500	1.40	5.48	0.0136
3000	1.71	6.58	0.0166
3500	1.94	7.67	0.0188
4000	2.14	8.77	0.0207
4500	2.36	9.86	0.0229
5000	2.51	10.96	0.0243
5500	2.71	12.05	0.0263
6000	2.95	13.15	0.0286
6015	2.96	13.18	0.0287

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 03/08/2022	NOMBRE: Cesar E. Valdeja Chávez FECHA: 03/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 03/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-IC-UPNC.			
	NORMA	UNE 41410				
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL				
ID. PROBETA:	S2 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso			
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro			
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera			
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán			
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS						
						
código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M3	29.73	15.20	10.20	451.90	7674	16.88
Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)			
0	0.00	0.00	0.0000			
500	0.31	1.11	0.0030			
1000	0.61	2.21	0.0060			
1500	0.84	3.32	0.0082			
2000	1.02	4.43	0.0100			
2500	1.26	5.53	0.0124			
3000	1.49	6.64	0.0146			
3500	1.68	7.75	0.0165			
4000	1.86	8.85	0.0182			
4500	2.06	9.96	0.0202			
5000	2.18	11.06	0.0214			
5500	2.34	12.17	0.0229			
6000	2.52	13.28	0.0247			
6500	2.69	14.38	0.0264			
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera		NOMBRE: Cesar E. Valderrama Chávez		NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.		
FECHA: 06/08/2022		FECHA: 06/08/2022		FECHA: 06/08/2022		

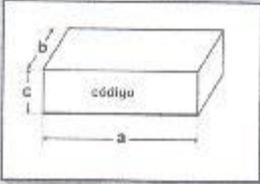
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC.
NORMA	UNE 41410		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S2 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

7000	2.90	15.49	0.0284
7500	3.26	16.60	0.0320
7674	3.65	16.98	0.0358

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: Cesar E. Valdora Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.
FECHA: 03/06/2022	FECHA: 03/06/2022	FECHA: 03/06/2022

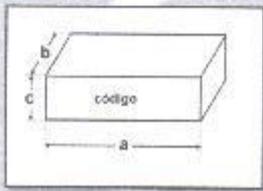
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC			
NORMA	UNE 41410					
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL					
ID. PROBETA:	S2 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso			
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro			
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera			
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán			
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS						
						
código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Ultimo (kg/cm ²)
M5	29.68	15.32	10.30	454.70	7578	16.67
Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)			
0	0.00	0.00	0.0000			
500	0.29	1.10	0.0028			
1000	0.65	2.20	0.0083			
1500	0.87	3.30	0.0084			
2000	1.07	4.40	0.0104			
2500	1.32	5.50	0.0128			
3000	1.52	6.60	0.0148			
3500	1.70	7.70	0.0165			
4000	1.91	8.80	0.0185			
4500	2.05	9.90	0.0199			
5000	2.20	11.00	0.0214			
5500	2.33	12.10	0.0226			
6000	2.50	13.20	0.0243			
6500	2.71	14.30	0.0263			
7000	2.91	15.39	0.0283			
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera		NOMBRE: Cesar E. Valderrama Chávez		NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.		
FECHA: 06/08/2022		FECHA: 09/09/2022		FECHA: 06/08/2022		

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RTC-LC-UPNC
NORMA	UNE 41410		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S2 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán
	7500	3.30	16.49
	7578	3.65	16.67
			0.0320
			0.0354

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

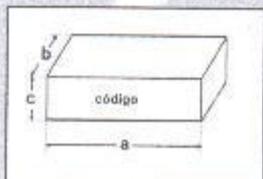


OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: Cesar E. Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.
FECHA: 09/09/2022	FECHA: 09/09/2022	FECHA: 09/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC			
	NORMA	UNE 41410				
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL				
ID. PROBETA:	S2 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso			
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro			
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera			
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán			
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS						
						
código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M6	29.75	15.26	10.23	453.89	5809	12.80
Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)	CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN		
0	0.00	0.00	0.0000			
500	0.32	1.10	0.0031			
1000	0.57	2.20	0.0056			
1500	0.94	3.30	0.0092			
2000	1.22	4.41	0.0119			
2500	1.48	5.51	0.0145			
3000	1.77	6.61	0.0173			
3500	1.98	7.71	0.0194			
4000	2.18	8.81	0.0213			
4500	2.42	9.91	0.0237			
5000	2.84	11.01	0.0278			
5500	3.31	12.11	0.0324			
5809	3.58	12.80	0.0350			
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR				
						
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César E. Valdez Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.				
FECHA: 03/06/2022	FECHA: 30/08/2022	FECHA: 06/08/2022				

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SECA DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
	NORMA	UNE 41410	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S2 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACION:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



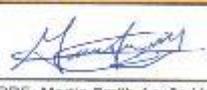
código del espécimen	Longitud "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "c" (cm)	Área "a*b" (cm ²)	Carga Última (kg)	Esfuerzo Último (kg/cm ²)
M7	29.74	15.36	10.03	456.81	4661	10.20

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
500	0.32	1.09	0.0032
1000	0.50	2.19	0.0050
1500	0.76	3.28	0.0076
2000	1.12	4.38	0.0112
2500	1.44	5.47	0.0144
3000	1.88	6.57	0.0167
3500	2.00	7.66	0.0199
4000	2.28	8.76	0.0227
4500	2.58	9.85	0.0257
4661	3.08	10.20	0.0307

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:

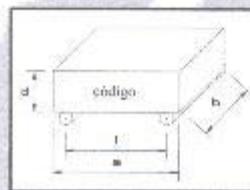
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/06/2022	NOMBRE: Cesar E. Valdera Chávez FECHA: 06/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 06/06/2022

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO ELABORADOS CON LOS SUELOS S1 Y LOS SUELOS S2

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	Referencia ASTM C293		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M1 + 10%C	29.96	15.4	10.29	24.00	1770	39.08

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
100	0.17	2.21	0.0017
200	0.26	4.42	0.0025
300	0.34	6.62	0.0033
400	0.41	8.83	0.0040
500	0.46	11.04	0.0045
600	0.51	13.25	0.0050
700	0.56	15.45	0.0054
800	0.60	17.66	0.0058
900	0.61	19.87	0.0062
1000	0.69	22.08	0.0067
1100	0.74	24.29	0.0072
1200	0.79	26.49	0.0077
1300	0.84	28.70	0.0082
1400	0.90	30.91	0.0087

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: César Valdeja Chávez FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	Referencia ASTM C293		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

1500	0.96	33.12	0.0093
1600	1.02	35.32	0.0099
1700	1.16	37.53	0.0113
1770	1.37	39.08	0.0133

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

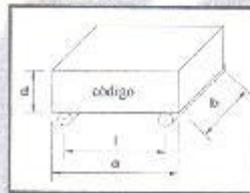


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/22	FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	Referencia ASTM C293		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PRÓBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/08/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PRÓBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M2+10%C	29.96	15.38	10.40	24.00	1203	26.03

Carga (kg)	Al. (mm)	σ (kg/cm ²)	AL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
100	0.16	2.16	0.0015
200	0.34	4.33	0.0033
300	0.47	6.49	0.0045
400	0.60	8.66	0.0058
500	0.72	10.82	0.0069
600	0.83	12.98	0.0080
700	0.96	15.15	0.0092
800	1.07	17.31	0.0103
900	1.19	19.48	0.0114
1000	1.29	21.64	0.0124
1100	1.38	23.81	0.0133
1200	1.55	25.97	0.0149
1203	1.55	26.03	0.0149

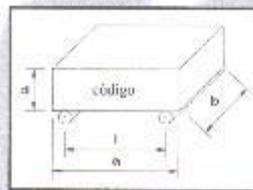


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 03/08/2022	NOMBRE: César Valdeira Chávez FECHA: 03/08/22	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 03/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	Referencia ASTM C293		RCTC-LC-UPNC:
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M3+10%C	30	15.35	10.30	24.00	823	18.19

Carga (kg)	Al. (mm)	σ (kg/cm ²)	AL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
100	0.32	2.21	0.0031
200	0.65	4.42	0.0063
300	1.00	6.63	0.0097
400	1.25	8.84	0.0121
500	1.40	11.05	0.0136
600	1.50	13.26	0.0146
700	1.65	15.47	0.0160
800	1.86	17.69	0.0181
823	2.05	18.19	0.0199

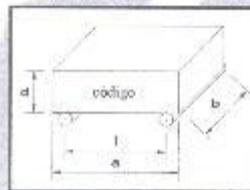


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: César Valdeira Chávez FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 03/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
	NORMA	Referencia ASTM C293	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M4-10%C	29.92	15.2	10.30	24.00	1133	25.29

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
100	0.21	2.23	0.0020
200	0.46	4.46	0.0045
300	0.67	6.70	0.0065
400	0.84	8.93	0.0082
500	0.96	11.16	0.0093
600	1.07	13.39	0.0104
700	1.20	15.63	0.0117
800	1.30	17.86	0.0126
900	1.41	20.09	0.0137
1000	1.51	22.32	0.0147
1100	1.80	24.56	0.0175
1133	2.20	25.29	0.0214

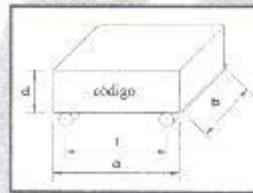


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 05/06/2022	NOMBRE: César Valderrama Chávez FECHA: 05/06/22	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 05/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	Referencia ASTM C293		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PRÓBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PRÓBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
MS-10%C	30	15.44	10.25	24.00	2323	51.55

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
200	0.40	4.44	0.0039
400	0.65	8.88	0.0063
600	0.85	13.32	0.0083
800	1.04	17.75	0.0101
1000	1.26	22.19	0.0123
1200	1.50	26.63	0.0146
1400	1.75	31.07	0.0171
1600	2.01	35.51	0.0196
1800	2.33	39.95	0.0227
2000	2.60	44.39	0.0254
2200	2.85	48.82	0.0278
2323	3.20	51.55	0.0312

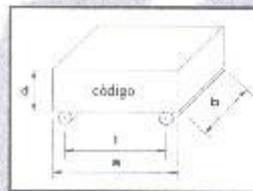


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/22	FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTO-LC-UPNC
NORMA	Referencia ASTM C293		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Ardilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martín Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M6-10%C	30	15.38	10.20	24.00	2301	51.77

Carga (kg)	Al. (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
200	0.31	4.50	0.0030
400	0.68	9.00	0.0067
600	0.89	13.50	0.0087
800	1.13	18.00	0.0111
1000	1.30	22.50	0.0127
1200	1.46	27.00	0.0143
1400	1.57	31.50	0.0154
1600	1.69	36.00	0.0166
1800	1.84	40.50	0.0180
2000	2.01	45.00	0.0197
2200	2.38	49.50	0.0233
2301	3.05	51.77	0.0299

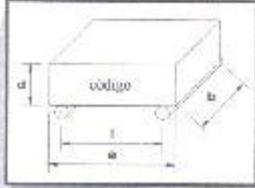


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martín Smith Acuña Vera FECHA: 05/06/2022	NOMBRE: César Valdeira Chávez FECHA: 08/08/22	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 06/03/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
	NORMA	Referencia ASTM C293	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M7-10%C	29.6	15.3	10.38	24.00	671	14.65

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
200	0.87	4.37	0.0084
400	1.29	8.74	0.0124
600	1.54	13.10	0.0148
671	2.30	14.65	0.0222

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

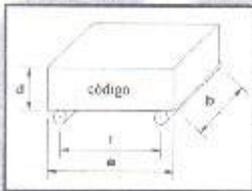


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: César Valdora Chávez FECHA: 03/06/22	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 03/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	Referencia ASTM C293		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 + 10%Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo Oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

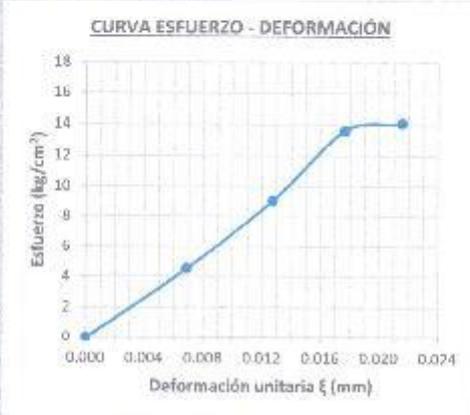
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M8+10%C	30	15.27	10.20	24.00	621	14.07

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
200	0.70	4.53	0.0069
400	1.30	9.06	0.0127
600	1.80	13.60	0.0176
621	2.20	14.07	0.0216

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César Valdés Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.
FECHA: 06/06/2022	FECHA: 06/06/22	FECHA: 06/09/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	Referencia ASTM C293		RCTC-LC-UPNC
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S2+10% Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva B.

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS

Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M1-10%C	29.93	15.3	10.10	24.00	1147	26.46

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
200	0.65	4.61	0.0064
400	0.94	9.23	0.0093
600	1.15	13.84	0.0114
800	1.37	18.45	0.0136
1000	1.60	23.07	0.0158
1147	1.80	26.46	0.0178

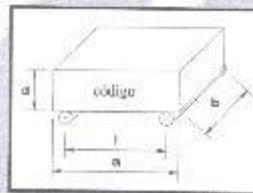
CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César Valdeza Chávez	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	Referencia ASTM C293		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S2+10% Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva B.

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M2+10%C	29.93	15.43	10.24	24.00	1019	22.67

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
200	0.58	4.45	0.0057
400	0.60	8.90	0.0078
600	1.05	13.35	0.0103
800	1.42	17.80	0.0139
1000	1.80	22.25	0.0176
1019	1.80	22.67	0.0176

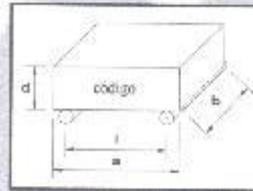


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: César Valdear Chávez FECHA: 06/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 06/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	Referencia ASTM C293		RCTC-LC-UPNC:
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S2+10% Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva B.

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M3+10%C	29.97	15.38	10.20	24.00	1486	33.43

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
200	0.60	4.50	0.0059
400	1.12	9.00	0.0110
600	1.47	13.50	0.0144
800	1.80	18.00	0.0176
1000	2.10	22.50	0.0206
1200	2.35	27.00	0.0230
1400	2.92	31.50	0.0286
1486	3.02	33.43	0.0296

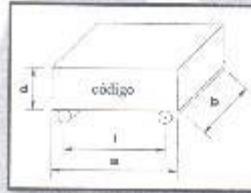


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: César Valdeira Chávez FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
	NORMA	Referencia ASTM C293	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S2+10% Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva B.

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS

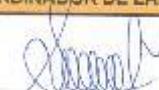


Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M5+10%C	29.92	15.41	10.23	24.00	695	15.51

Carga (kg)	AL (mm)	σ (kg/cm ²)	AL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
200	0.54	4.46	0.0053
400	0.75	8.93	0.0073
600	1.02	13.39	0.0100
695	1.30	15.51	0.0127



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/06/2022	NOMBRE: Cesar Valderrama Chávez FECHA: 06/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 06/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	Referencia ASTM C293		RCTO-LC-UPNC
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S2+10% Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/08/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 dias	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva B.

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS

Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M6+10%C	30	15.42	10.20	24.00	1165	26.14

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
200	0.60	4.49	0.0059
400	0.84	8.98	0.0082
600	1.05	13.46	0.0103
800	1.24	17.95	0.0122
1000	1.40	22.44	0.0137
1165	1.62	26.14	0.0159

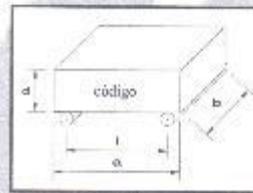
CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B.
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS DE SUELO-CEMENTO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	Referencia ASTM C293		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S2+10% Cemento	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva B.

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M7+10%C	30.00	15.40	10.30	24.00	1703	37.53

Carga (kg)	Δl. (mm)	σ (kg/cm ²)	Δl./l. (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
200	0.62	4.41	0.0060
400	0.84	8.81	0.0082
600	1.04	13.22	0.0101
800	1.21	17.63	0.0117
1000	1.32	22.03	0.0128
1200	1.42	26.44	0.0138
1400	1.56	30.85	0.0151
1600	1.76	35.26	0.0171
1703	2.20	37.53	0.0214



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: César Valdeir Chávez FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 06/08/2022

LADRILLOS DE MUESTRAS

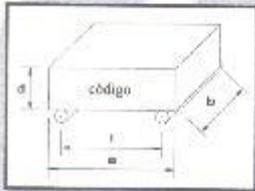
PATRONES ELABORADOS CON LOS

SUELOS S1 Y LOS SUELOS S2

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS PATRÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC			
	NORMA	Referencia ASTM C293				
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USADO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL				
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla			
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro			
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera			
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán			
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS						
Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M1	29.78	15.35	10.07	24.00	226	5.23
Carga (kg)	AI (mm)	σ (kg/cm ²)	AI/L (mm/mm)	CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN 		
0	0.00	0.00	0.0000			
50	0.45	1.16	0.0045			
100	0.54	2.31	0.0054			
150	0.62	3.47	0.0062			
200	0.73	4.63	0.0072			
226	0.80	5.23	0.0079			
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR			
NOMBRE: Martín Smith Acuña Vera	NOMBRE: César Valdeir Chávez		NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.			
FECHA: 06/08/2022	FECHA: 06/08/2022		FECHA: 06/06/2022			

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS PATRÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	Referencia ASTM C293		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M2	29.75	15.24	10.26	24.00	416	9.34

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
50	0.32	1.12	0.0031
100	0.50	2.24	0.0049
150	0.66	3.37	0.0064
200	0.80	4.49	0.0078
250	0.97	5.61	0.0095
300	1.05	6.73	0.0102
350	1.08	7.85	0.0105
400	1.10	8.98	0.0107
416	1.10	9.34	0.0107

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

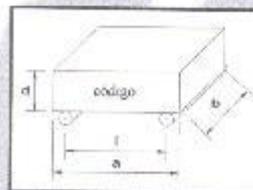


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: César Valdeira Chávez FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS PATRÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNG
NORMA	Referencia ASTM C293		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l"	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M3	29.72	15.3	10.26	24.90	564	12.61

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
50	0.12	1.12	0.0012
100	0.19	2.24	0.0019
150	0.29	3.35	0.0028
200	0.43	4.47	0.0042
250	0.55	5.59	0.0054
300	0.65	6.71	0.0063
350	0.75	7.82	0.0073
400	0.84	8.94	0.0082
450	0.95	10.06	0.0093
500	1.08	11.18	0.0105
550	1.20	12.29	0.0117
564	1.20	12.61	0.0117

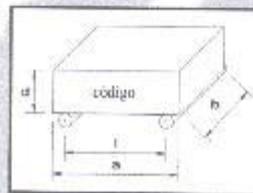


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: César Valderr Chávez FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 03/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS PATRÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	Referencia ASTM C293		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Long. entre ejes de apoyos "a"	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M1	29.92	15.2	10.30	24.00	678	15.14

Carga (kg)	AL (mm)	σ (kg/cm ²)	AL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
50	0.08	1.12	0.0008
100	0.17	2.24	0.0017
150	0.26	3.35	0.0025
200	0.35	4.46	0.0034
250	0.42	5.58	0.0041
300	0.52	6.70	0.0050
350	0.60	7.81	0.0058
400	0.73	8.93	0.0071
450	0.82	10.05	0.0080
500	0.98	11.16	0.0095
550	1.15	12.28	0.0112
600	1.25	13.39	0.0121
650	1.39	14.51	0.0135
678	1.40	15.14	0.0136

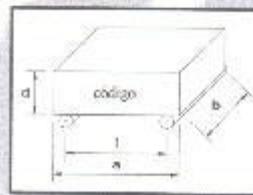


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: Cesar Valdes Chavez FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 03/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS PATRÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
NORMA	Referencia ASTM C293		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL		
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l'"	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M7	29.5	15.05	10.09	24.00	470	11.04

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
50	0.12	1.17	0.0012
100	0.29	2.35	0.0029
150	0.44	3.53	0.0044
200	0.59	4.70	0.0058
250	0.76	5.87	0.0075
300	0.92	7.05	0.0091
350	1.04	8.22	0.0103
400	1.19	9.40	0.0118
450	1.37	10.57	0.0136
470	1.50	11.04	0.0149



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 08/06/2022	NOMBRE: César Valdeira Chávez FECHA: 08/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B. FECHA: 08/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS PATRÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
	NORMA	Referencia ASTM C293	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USADO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S1 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Amarillo oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/08/2022	RESPONSABLE:	Marlin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS

Código del espécimen	Long. (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Long. entre cjes de apoyos "l"	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M8	29.71	15.25	10.24	24.00	476	10.72

Carga (kg)	Δl (mm)	σ (kg/cm ²)	Δl/l (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
50	0.11	1.13	0.0011
100	0.24	2.25	0.0023
150	0.35	3.38	0.0034
200	0.46	4.50	0.0045
250	0.56	5.63	0.0055
300	0.71	6.75	0.0069
350	0.84	7.88	0.0082
400	0.97	9.01	0.0095
450	1.14	10.13	0.0111
476	1.30	10.72	0.0127

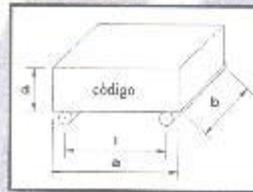
CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera	NOMBRE: César Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Henry Villanueva B.
FECHA: 03/08/2022	FECHA: 03/08/2022	FECHA: 03/03/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS PATRÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
	NORMA	Referencia ASTM C293	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S2 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
MI	29.71	15.2	10.10	24.00	379	8.80

Carga (kg)	AL (mm)	σ (kg/cm ²)	ALD. (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
50	0.30	1.16	0.0030
100	0.42	2.32	0.0042
150	0.51	3.48	0.0053
200	0.63	4.64	0.0062
250	0.74	5.80	0.0073
300	0.82	6.97	0.0081
350	0.95	8.13	0.0094
379	1.05	8.80	0.0104

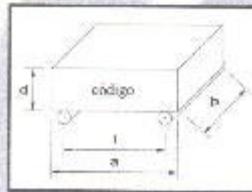


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: César Valdara Chávez FECHA: 06/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 06/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS PATRÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
	NORMA	Referencia ASTM C293	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S2 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M2	29.66	15.23	10.22	24.00	416	9.41

Carga (kg)	AL (mm)	σ (kg/cm ²)	AL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
50	0.11	1.13	0.0011
100	0.25	2.26	0.0024
150	0.50	3.39	0.0049
200	0.80	4.53	0.0078
250	0.97	5.66	0.0095
300	1.05	6.79	0.0103
400	1.10	9.05	0.0108
416	1.10	9.41	0.0108

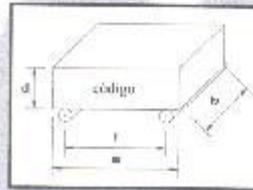


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 03/08/2022	NOMBRE: César Valdora Chávez FECHA: 03/08/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 03/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS PATRÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNO:
	NORMA	Referencia ASTM C293	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S2 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M3	29.8	15.26	10.19	24.00	231	5.25

Carga (kg)	AL (mm)	σ (kg/cm ²)	AL/L (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
50	0.20	1.14	0.0020
100	0.50	2.27	0.0040
150	0.70	3.41	0.0069
200	0.80	4.54	0.0079
231	0.97	5.25	0.0095



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 08/06/2022	NOMBRE: César Valderá Chávez FECHA: 08/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 08/08/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS PATRÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC
	NORMA	Referencia ASTM C293	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL	
ID. PROBETA:	S2 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera
EDAD DE LA PROBETA:	33 días	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS

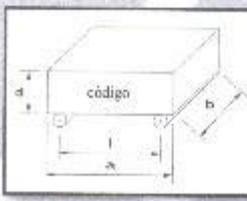
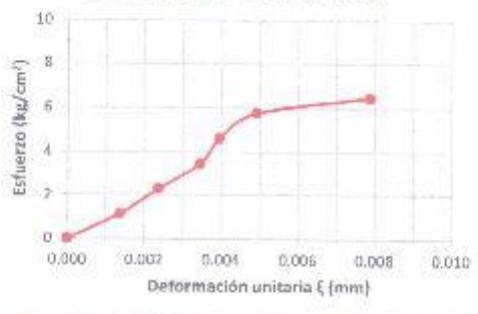
Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M5	30	15.44	10.25	24.00	454	10.08

Carga (kg)	ΔL (mm)	σ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.0000
50	0.12	1.11	0.0012
100	0.21	2.22	0.0020
150	0.31	3.33	0.0030
200	0.39	4.44	0.0038
250	0.46	5.55	0.0045
300	0.51	6.66	0.0050
350	0.57	7.77	0.0056
400	0.61	8.88	0.0060
450	0.70	9.99	0.0068
454	0.70	10.08	0.0068

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: César Vazirani Chávez FECHA: 03/06/2022	NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B. FECHA: 03/06/2022

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MUESTRAS PATRÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC			
	NORMA	Referencia ASTM C293				
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN LADRILLO SUELO-CEMENTO USANDO UN SUELO TIPO SC Y OTRO CL				
ID. PROBETA:	S2 Patrón	TIPO DE MATERIAL:	Arenoso			
FECHA DE ELABORACIÓN:	02/05/2022	COLOR DE MATERIAL:	Anaranjado oscuro			
FECHA DE ENSAYO:	03/06/2022	RESPONSABLE:	Martin Smith Acuña Vera			
EDAD DE LA PROBETA:	33 dias	REVISADO POR:	Ing. Henry Villanueva Bazán			
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS						
						
Código del espécimen	Long. "a" (cm)	Ancho "b" (cm)	Alto "d" (cm)	Long. entre ejes de apoyos "l" (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
M7	29.8	15.14	10.15	24.00	280	6.46
Carga (kg)	ΔL (mm)	ϵ (kg/cm ²)	$\Delta L/L$ (mm/mm)			
0	0.00	0.00	0.0000			
50	0.14	1.15	0.0014			
100	0.24	2.31	0.0024			
150	0.35	3.46	0.0034			
200	0.40	4.62	0.0039			
250	0.50	5.77	0.0049			
280	0.80	6.46	0.0079			
				CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN		
						
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
NOMBRE: Martin Smith Acuña Vera		NOMBRE: César Valdeta Chávez		NOMBRE: Ing. Henry J. Villanueva B.		
FECHA: 06/06/2022		FECHA: 06/06/2022		FECHA: 06/06/2022		